



В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

**Граф Р.
Шиштов В.**

Энциклопедия электронных схем

**ТЫСЯЧА ПОЛЕЗНЫХ ИДЕЙ
ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛОВ И ЛЮБИТЕЛЕЙ**



Рудольф Ф. Граф и Вильям Шиите

Энциклопедия электронных схем

Том 7. Часть III

Rudolf F. Graf & William Sheets

**ENCYCLOPEDIA OF
ELECTRONIC CIRCUITS
VOLUME 7**

McGraw-Hill

A Division of The McGraw-Hill Companies



New York • San Francisco • Washington, D C • Auckland • Bogota • Caracas • Lisbon • London
Madrid • Mexico City • Milan • Montreal • New Delhi • San Juan • Singapore • Sydney • Tokyo • Toronto

В помощь радиолюбителю

Рудольф Ф. Граф и Вильям Шиитс

**ЭНЦИКЛОПЕДИЯ
ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ
ТОМ 7
Часть III**



Москва, 2001

ББК 32.844-я92

Г78

Граф Р. Ф., Шинтс В.

Г78 Энциклопедия электронных схем. Том 7. Часть III: Пер. с англ. – М.: ДМК, 2001 – 384 с.: ил. (В помощь радиолюбителю).

ISBN 5-93700-014-5

Вниманию читателей предлагается русский перевод американского издания “Encyclopedia of Electronic Circuits. Volume 7”. В книге собраны принципиальные схемы и краткие описания различных электронных устройств, взятые составителями из фирменной документации и периодических изданий; представлены схемы различных генераторов, современных источников питания – от миниатюрных преобразователей до высоковольтных. Приводятся как радиочастотные схемы, так и схемы для фотографии и различных действующих моделей.

В русском издании исправлены ошибки и опечатки, присутствующие в оригинале. Часть III содержит около 400 схем и статей.

Книга рассчитана на самые широкие читательские круги – от радиолюбителей до профессиональных разработчиков радиоэлектронных устройств.

ББК 32.844-я92

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 0-07-016116-4 (англ.)

© Original edition copyright 1999 by Rudolf F. Graf and William Sheets. All rights reserved.

ISBN 5-93700-014-5 (рус.)

© Перевод на русский язык, оформление. ДМК, 2001

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	18
76 Генераторы прямоугольных импульсов	19
Генератор прямоугольных импульсов с изменяемым коэффициентом заполнения	19
Генератор прямоугольных импульсов I	19
Генератор прямоугольных импульсов с произвольным коэффициентом заполнения	20
Генератор прямоугольных импульсов на КМОП инверторе	20
Генератор прямоугольных импульсов II	21
Генератор прямоугольных импульсов на микросхеме таймера типа 555	21
RC-генератор	22
Генератор на КМОП интегральной микросхеме CD4047	22
Генератор прямоугольных импульсов на КМОП триггере Шмитта	23
RC-генератор на триггере Шмитта	23
Генератор прямоугольных импульсов	24
77 Генераторы, управляемые напряжением (ГУН)	25
СВЧ ГУН	25
ГУН на рабочую частоту до 1700 МГц	25
Емкостная трехточка, настраиваемая напряжением	26
Схемы перестраиваемого гетеродина	27
78 Генераторы с перестраиваемой частотой	28
Перестраиваемый генератор на полевом транзисторе с рп-переходом	28
Генератор Клаппа на интегральной микросхеме NE602	29
Схемы настройки генераторов с перестраиваемой частотой	29
Генератор на интегральной микросхеме NE602 с варикапной настройкой	30
Перестраиваемый генератор Вейкера	31
Высокостабильный генератор	32
КВ генератор	33
Стабильный ВЧ генератор	33

LC-генератор на интегральной микросхеме NE602	35
Генератор Колпитца	35
АПЧ для перестраиваемого генератора	36
Температурная компенсация генераторов	36
Генератор Клаппа на полевом транзисторе с рп-переходом	37

79 Электроника для фотографии	38
Реле времени для фотопечати	38
Схема синхронизации дополнительной фотовспышки	40
Реле времени для фотопечати (0–59 с)	40
Реле времени для фотопечати	41
Реле времени для получения фотоотпечатков с постоянным значением экспонирования	42
Автоматическое переключение слайдов в проекторе	43

80 Источники питания – преобразователи переменного тока в постоянный	44
Источник постоянного тока на 135 В	44
Блок питания для ламповых схем	44
Сетевой блок питания для любительского дуплексного передатчика	45
Источник питания с линейным стабилизатором	45
Автономный источник питания постоянного тока 24 В, 100 Вт	46
Устройство автоматического подключения розеток	49
Блок питания ламповых приемников старшего поколения	50
Блок питания ИК излучателя	50
Автономный стабилизатор напряжения 5 В	51
Автономный стабилизатор	53
Источник питания на ± 5 В	53
Блок питания лампового низкочастотного усилителя	54
Простой блок питания для измерителя с цифровой индикацией	54
Блок питания на 5 В	55
Импульсный тиристорный блок питания	55
Блок питания на 10 А	57
15-вольтовый источник питания и зарядное устройство	58
Простой источник питания с двухполярным выходом	59

81 Источники питания – импульсные понижающие преобразователи	60
Импульсный понижающий преобразователь отрицательных напряжений	60
Основная схема импульсного понижающего стабилизатора	61

82	Схемы преобразования	
	постоянного напряжения в постоянное	62
	Повышающий стабилизатор напряжения	62
	Схема подключения интегральной микросхемы NE602	63
	Понижающий стабилизатор напряжения	63
	Источник отрицательных напряжений	64
	Миниатюрный источник питания	64
	Низковольтный источник	65
	Стабилизатор на ток до 3 А с малым падением напряжения и током покоя 50 мкА	66
	Источник опорного напряжения на 2 В	66
	Экономичный стабилизатор с током покоя 20 мкА	67
	Инвертирующий преобразователь напряжения	68
	Емкостный преобразователь напряжения	69
	Интегральная микросхема повышающего типа в инвертирующем преобразователе напряжения	69
	Повышающий преобразователь постоянного напряжения	70
	Повышающий конденсаторный преобразователь со стабилизацией	71
	Блок питания цепей смещения полевого транзистора на арсениде галлия	71
	Источник питания с линейным регулированием на напряжение 3,5 В и ток 7 А	72
	Преобразователь постоянного напряжения для цифрового измерителя	73
	Стабилизатор отрицательных напряжений	74
	Основная схема включения микросхемы LM317	75
	Генератор напряжения программирования флэш-памяти	75
	Источник напряжения 3,3 В с током 7 А	76
	Источник напряжения смещения для арсенидо-галлиевых полевых транзисторов	77
	Импульсный источник с входным напряжением 1 В и частотой 600 кГц	77
	Источник питания на 2,5 В и 7 А	78
	Стабилизатор напряжения: источник и потребитель	78
	Эффективный повышающий преобразователь напряжения	80
	Преобразователь на LT1580	81
	Конвертер на одной батарее	82
	Микромощный линейный стабилизатор на 5 В	83
83	Высоковольтные источники питания	86
	Высоковольтный источник питания	86
	Слаботочный источник питания с напряжением 700 В для счетчика Гейгера	87
	Блок питания ФЭУ лазерного приемника	87

Регулируемый слаботочный источник напряжения 700 В	90
Источник питания ФЭУ	90
Полумостовой высоковольтный источник	91
Высоковольтный источник питания	93
Высоковольтный источник питания для неоновой лампы	94
Источник питания гелий-неонового лазера с высоковольтным поджигом	95
Источник питания гелий-неонового лазера с высоковольтным импульсным поджигом	96

84 Многоканальные источники питания	100
Источник двухполярного напряжения	100
Источник питания 12 В с разделенными выходами	101
Стабилизатор напряжения с двумя выходами	101
Двухполярный слаботочный источник питания	102
Источник питания для лабораторных стендов	103
Двухполярный источник питания на ± 15 В с током 100 мА	106
Удобный любительский источник питания	106
Источник питания с выходной мощностью 17 Вт и напряжениями 5 и 3,3 В	107
Двухполярный источник питания на напряжения 5 и 15 В	109
Источник питания с напряжениями ± 12 и ± 5 В	111
Переключаемый линейный стабилизатор напряжения	112
Преобразователь с пятью выходами	112

85 Трансформаторные источники питания	114
Принципиальная схема преобразователя прямого действия	114
Организация обратной связи в интегральной микросхеме MAX253	115
Принципиальная схема двухтактного преобразователя	116
Источник питания 5 В	117
Принципиальная схема полумостового преобразователя	119
Повышающий преобразователь напряжения	120
Принципиальная схема мостового преобразователя	122
Понижающий стабилизатор из повышающего	122
Источник питания с входным напряжением 2–6 В для флуоресцентной лампы	123
Источник питания схемы управления контрастом жидкокристаллического дисплея	124
Цепь дополнительного смещения для жидкокристаллического дисплея	125
Источник напряжений 5 и 3,3 В	127
Импульсный стабилизатор с трансформаторной обратной связью	129

	Принципиальная схема обратного преобразователя	130
	Демпфирующая схема экономии энергии	131
86	Источники напряжения с регулируемым выходом	133
	Источник питания с регулируемым выходным напряжением	133
	Лабораторный источник питания	133
	Источник питания постоянного тока	134
	Простой регулируемый источник постоянного напряжения	135
	Регулируемый источник питания постоянного тока с напряжением 12–16 В и током до 7,5 А	135
87	Схемы пробников	137
	Активный пробник с высоким импедансом	137
	Инфракрасный логический тестер	138
	7-сегментный логический пробник	139
	Логический тестер	140
	Схема логического пробника	141
	Миниатюрный высоковольтный делитель	142
	Схема делителя осциллографа	142
	Частотомер	143
	Логический пробник	145
	Беспроводной пробник постоянного тока	145
	Высоковольтный пробник	147
88	Схемы защиты	148
	Диодная защита цепи управления реле	148
	Схема защиты с задержкой	148
	Схема защиты от пониженных и повышенных напряжений	149
	Устройство защиты от электростатики	150
	Простая закорачивающая схема	151
	Схема защиты от короткого замыкания	151
	Схема защиты на варисторах	152
	Простая схема защиты цепей при переполусовке	152
	Схема защиты цепей при включении питания обратной полярности	153
	Простая схема отключения батарей от нагрузки	154
	Схема защиты линейного источника питания	155
	Схема защиты модема	155
	Схема отключения при низком уровне напряжения	156
	Электронный выключатель	157
	Защита ОУ	158

Схема отключения и защиты от короткого замыкания	158
Индикатор аварийных режимов	160
Простая схема защиты автомобильного приемника	161

89	Схемы приемников	163
	Приемник с вариометром	163
	Приемник ОНЧ/ВЧ излучения разряда молнии	164
	Регенеративный коротковолновый приемник	166
	Схема дифференциальной настройки приемника	168
	Регенеративный КВ приемник с улучшенными характеристиками	169
	Приемник АМ диапазона на одной микросхеме	172
	Ламповый КВ приемник	172
	Приемник сигналов станции эталонных частот	174
	Приемник поднесущей частоты	175
	Простой приемник на диапазон 225–400 МГц	
	для радиосвязи воздушных судов	177
	Приемник средневолнового диапазона	
	на двух интегральных микросхемах	178
	Приемник прямого преобразования для приема эталонных сигналов	178
	Регенеративный приемник, настраиваемый переменным резистором	180
	Предусилитель для приемника	180
	Предварительный селектор ЧМ радиовещательного диапазона	180
	Приемник прямого усиления на 80 и 160 м	182
	ВЧ аттенюатор входного каскада приемника	185
	Приемник видео- и аудиосигнала	
	в диапазоне частот 60–72 МГц и система ПЧ	185
	Регенеративный приемник на транзисторах	187
	Простой приемник прямого усиления	188
	Двухтранзисторный радиоприемник	
	прямого усиления с усилителем низкой частоты	189
	Переключатель входного каскада приемника	190
	Приемник на вторичной обмотке трансформатора Тесла	191
	Приемник очень низких частот на ОУ	191
	Входной каскад АМ приемника на одной микросхеме	193

90	Схемы записи и воспроизведения	194
	Устройство воспроизведения без магнитной ленты I	194
	Схема записи/воспроизведения сообщения длительностью 1 мин	195
	Схема записи/воспроизведения с автоматическим отключением питания	196
	Устройство для непрерывного воспроизведения	197
	Устройство записи/воспроизведения без магнитной ленты II	198

91	Релейные схемы	200
	Схема полярно-чувствительного реле	200
	Твердотельное реле с током управления 50 мкА	200
	Схема твердотельного реле с фиксацией состояния	202
	Отказоустойчивая схема управления реле	203
92	Дистанционное управление	204
	Простые схемы сопряжения	
	с устройствами дистанционного управления	204
	Простая схема системы дистанционного управления	204
93	Робототехника	207
	Универсальный дистанционно управляемый робот	207
94	Схемы преобразователей радиочастоты	209
	ДВ конвертер	209
	Простой преобразователь частоты	209
	Преобразователь частоты на ИС NE602	211
	Ультразвуковой преобразователь	212
	Преобразователь на микросхеме NE602	213
	КВ преобразователь в диапазоне 31 м	
	для автомобильного радиоприемника	213
95	Схемы для ракетного моделирования	216
	Схема воспламенителя пусковой установки ракеты	216
	Схема управления пусковой установкой	
	модели ракеты с временной задержкой	217
	Схема обратного отсчета времени с голосовым управлением	
	для пусковой установки ракеты	219
	Светодиодная схема обратного отсчета времени	
	для пусковой установки ракеты	220
	Схема зажигания модели ракеты	221
96	Схемы генераторов пилообразных колебаний	222
	Простой генератор пилообразных колебаний	222
	Линейный генератор пилообразных колебаний	222
	Схема генератора линеаризованных пилообразных колебаний	223

97	Схемы сейсмических радиомаяков	225
	Усилитель геофона	225
	Звуковой ГУН и буфер	225
	Пороговая схема	225
	Таймер и переключающая схема	225
	Высокочастотный усилитель мощности	225
98	Схемы преобразователей углового положения	231
	Схема генерации импульсов преобразователя углового положения	231
	Преобразователь углового положения	232
99	Схемы генераторов синусоидальных колебаний	234
	Удвоитель частоты синусоидальных колебаний	234
	Трехфазный генератор синусоидальных колебаний с одним фильтром	235
	Генератор устойчивых синусоидальных колебаний	236
100	Схемы сирен и других генераторов звуковых эффектов	239
	Генератор «трелей»	239
	Генератор «воюющего» шума	239
	Сирена	240
101	Схемы эффектных звуков	242
	Электронный тромбон	242
	Имитатор трели сверчка	243
	Генератор шума	244
	«Электронный попугай»	245
102	Схемы, приводимые в действие звуком	247
	Переключатель, запускаемый звуком	247
	Включаемая звуком елочная гирлянда	248
	Управляемый сигналом выключатель	249
	Схема «светомузыки»	250
	Выключатель магнитофона, приводимый в действие голосом	252
	Переключатель, управляемый звуком	254
	Схема, моделирующая голосовые эффекты	255
103	Стробоскопические схемы	256
	12-вольтовый стробоскоп	256
	Стробоскоп для проверки установки момента зажигания	257

Твердотельный (полупроводниковый) стробоскоп	257
Стробоскопическое устройство	259
Стробоскоп со стоп-кадром	260

104 Переключающие схемы	261
Шунтирующий высокочастотный переключатель на PIN-диоде	261
Переключающая однополюсная схема на два направления с высоким коэффициентом развязки	261
Стандартная схема высокочастотного переключателя на PIN-диоде	262
Переключатель передача/прием приемопередатчика МВ диапазона	263
Переключающая схема на PIN-диодах с высоким коэффициентом развязки	263
Высокочастотный переключатель на PIN-диодах	264
Выключатели на pnp-транзисторах	264
Схема выключателя питания переменного тока	265
Низковольтные аналоговые переключатели	265

105 Схемы для телефонии	267
Индикатор «телефон занят»	267
Устройство дистанционной индикации телефонного звонка	268
Дистанционный телефонный звонок	270
Источник питания схемы сопряжения с абонентской линией	270
Телефонный ЧМ передатчик	272
Схема, моделирующая телефонную линию	272
Устройство индикации телефонного звонка	274
Счетчик телефонных звонков	274
Простой индикатор «телефон занят»	276
Схема остановки автоответчика	276
Проблесковый световой индикатор телефонного звонка	278
Универсальная схема блокировки телефона	279

106 Схемы с термозависимыми элементами	281
Простой светодиодный термометр	281
Вентилятор, управляемый температурой	282
Линейный регулятор температуры	283
Температурный адаптер для цифрового вольтметра	285
Схема преобразования температуры в частоту	286
Линейная схема считывания	287
Полупроводниковый термометр	288
Температурный интерфейс для персонального компьютера	289
Схема слежения за температурным режимом	290

Схема определения температурных изменений	291
Источник низкого опорного напряжения с температурной компенсацией	291

107 Схемы трансформаторов Тесла	293
Трансформатор Тесла	293
Полупроводниковая схема трансформатора Тесла	293

108 Схемы Термена	295
Схема регулировки громкости Термена на электронно-вакуумных лампах	295
Электронно-музыкальный инструмент	295
Схема Термена	296
Однокристалльная схема Термена	298
Схема регулировки громкости устройства Термена	301
Узел регулировки громкости терменвокса	301

109 Таймеры	304
Таймер CD4050	304
Дешевый таймер	304
Таймер с большим интервалом отсчета (длиннопериодный таймер)	305
КМОП таймер CD4528	307
Таймер со звуковой индикацией	307
Таймер с изменяемой скважностью	309
Сетевой таймер с выдержкой 5 мин	310
Бытовой таймер	310
Программируемый таймер/секвенсор	312
Реализация временной задержки с помощью таймера 555	314
Простой таймер с большой выдержкой	314
Сдвоенный таймер	315

110 Схемы регулировки тембра	317
Гитарный добавочный усилитель верхних звуковых частот	317
Схема дополнительного усилителя верхних звуковых частот	318

111 Схемы с сенсорным управлением	320
Сенсорный переключатель I	320
Датчик касания	320
Сенсорный переключатель II	321
Управляемая светом схема отключения сенсорного переключателя	322
Схема отключения сенсорного переключателя	322

Альтернативная управляемая светом схема отключения сенсорного переключателя	323
Простой сенсорный переключатель	324
Сенсорный переключатель III	325

112 Схемы передатчиков	326
Передатчик промежуточной частоты	326
Стереопередатчик ВА1404	326
Тональный АМ передатчик	328
Ламповый передатчик	328
Маломощный ЧМ стереопередатчик, стабилизированный ФАПЧ	329
Беспроводной микрофон для портативной видеокамеры	332

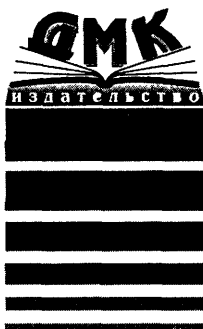
113 Ультразвуковые схемы	334
Ультразвуковой генератор на КМОП ИС	334
Ультразвуковой детектор движения	334
Перестраиваемый ультразвуковой усилитель	336
Ультразвуковой приемник на микросхеме 567	336
Ультразвуковой генератор с ФАПЧ	337

114 Схемы для видеоприложений	339
Простой приемник видеосигнала	339
Схема выделения синхроимпульса	340
Регулятор уровня видеосигнала	340
Видеоинвертор	342
Видеоусилитель монитора	344
Схема просмотра видеоизображения в негативе	346
Схема согласования с видеомонитором	347
Генератор тестовых кодов	347
Преобразователь RGB в NTSC	349
Схема сложения RGB- и синхросигналов	349
Схема выделения синхросигнала для различных частот развертки	350
Контроллер, управляемый видеосигналом	352
Видеоусилитель со схемой выделения синхроимпульса и схемой восстановления постоянной составляющей	353
Кабельный видеоусилитель с шириной полосы пропускания 150 МГц	354
Распределительный видеоусилитель	354

115 Преобразователи напряжение–частота	356
Микромощный преобразователь напряжение–частота	356
Широкополосный преобразователь напряжение–частота	357
Преобразователь напряжение–частота	359

116	Генераторы сигналов специальной формы	361
	Генератор пилообразного напряжения	361
	Генератор сигналов прямоугольной формы	362
	Генератор сигнала треугольной формы	362
	Простой генератор сигналов треугольной формы	364
	Генератор сигналов изменяемой формы	365
	Простой импульсный генератор	366
	Генератор колебаний треугольной формы	367
	Функциональный генератор с максимальной частотой 10 МГц	368
	Программируемый импульсный генератор	369
	Генератор гармоник	370
	Генератор сигналов ступенчатой треугольной формы	371

117	Схемы, связанные с определением погодных условий	373
	Анемометр	373
	Датчик направления ветра	373
	Резистивный датчик погоды	375
	Схема, моделирующая атмосферные помехи	377

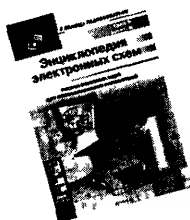


Энциклопедия электронных схем

Автор: Рудольф Ф Граф и Вильям Шиитс
Формат: 70×100 1/16

Том 7. Часть I

Страниц: 304
ISBN: 5-93700-010-2



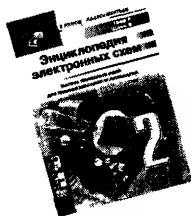
Вниманию читателей предлагается русский перевод американского издания "Encyclopedia of Electronic Circuits Volume 7". В книге собраны принципиальные схемы и краткие описания различных электронных устройств, взятые составителями из фирменной документации и периодики, основное внимание уделено аналоговым и импульсным схемам.

В русском издании исправлены ошибки и опечатки, присутствующие в оригинале. Часть I содержит около 300 схем и статей. В приложениях дана информация о наиболее распространенных и популярных в Америке радиоэлементах – как активных, так и пассивных.

Книга рассчитана на самые широкие читательские круги – от радиолюбителей до профессиональных разработчиков радиоэлектронных устройств.

Том 7. Часть II

Страниц: 416
ISBN: 5-93700-012-9



Российское издание седьмого тома из популярнейшей в Америке серии "Encyclopedia of Electronic Circuits" содержит около тысячи принципиальных схем, взятых из самых разных источников – фирменной документации, справочников, журналов.

В данную книгу вошла вторая часть русского перевода, содержащая более 400 статей. В них приведены не только схемы готовых устройств, приборов, систем, но и отдельные схемотехнические решения. Поэтому книга будет полезна и начинающим радиолюбителям, собирающим свои первые самоделки, и профессионалам, для которых она послужит источником новых идей.

ДЛЯ СВЯЗИ:

Оптовые закупки: Тел (095) 264-7536,
264 2074,
264 5065

E-mail: info@dmk.ru
Web: http://www.dmk.ru

ПРЕДИСЛОВИЕ

Эта книга содержит примерно 400 новых принципиальных электрических схем, которые расположены по основным категориям. Для удобства читателей каждая из описанных схем проиндексирована и снабжена ссылкой на оригинальную публикацию. Собранная здесь информация может использоваться как готовое решение либо послужить основой для создания собственных электронных схем в самых разных областях техники.

Составители выражают искреннюю благодарность и признательность представителям электронной промышленности и издателям, которые любезно разрешили использовать при подготовке «Энциклопедии электронных схем» некоторые материалы.

Авторы благодарны также Таре Трокслер, чья работа по подготовке текста и внимание к данному проекту позволили вовремя представить рукопись издателю.

Рудольф Ф. Граф и Вильям Шитс

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

Предлагаемая книга – третья из серии схмотехнических сборников издательства «ДМК». В отличие от американского издания “Encyclopedia of Electronic Circuits. Volume 7”, содержащего в одном томе более 1000 страниц, русское выпускается в трех частях с сохранением сквозной нумерации глав. Такое деление связано с желанием издательства ускорить выход книги в свет, а также с необходимостью тщательной проверки и серьезной редактуры оригинала в связи с большим количеством обнаруженных ошибок и неточностей. Все исправления с согласия владельцев прав на книгу внесены непосредственно в тексты и рисунки.

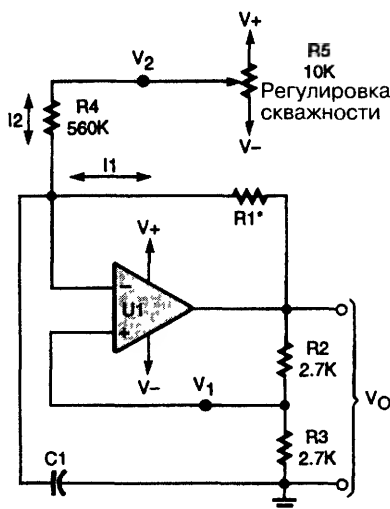
Издательство «ДМК» заинтересовано в получении читательских отзывов на книгу «Энциклопедия электронных схем. Том 7. Часть 3» и с благодарностью примет любые замечания и пожелания, касающиеся этого сборника, а также предложения по поводу возможного выпуска предыдущих томов “Encyclopedia of Electronic Circuits” (тт. 2–6) на русском языке.

ГЛАВА 76

ГЕНЕРАТОРЫ

ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ИЗМЕНЯЕМЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЗАПОЛНЕНИЯ



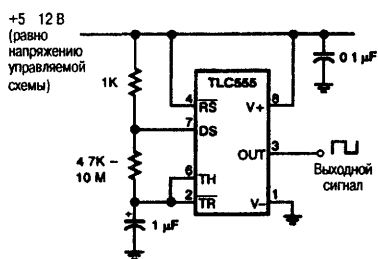
Electronics Hobbyists Handbook

Рис. 76.1

В генераторе прямоугольных импульсов, схема которого приведена на рис. 76.1, для изменения коэффициента заполнения применяется добавочный ток I2, заряжающий конденсатор C1. Этот ток устанавливается потенциометром R5. В схеме может быть использован операционный усилитель (ОУ) любого типа.

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ I

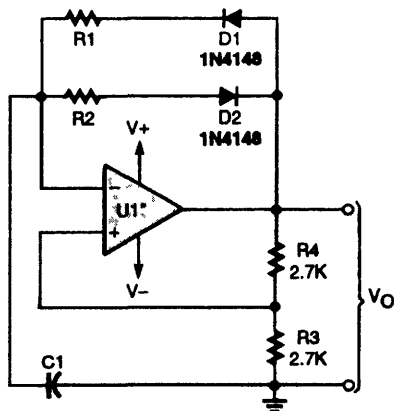
Схема генератора прямоугольных импульсов для шагового электродвигателя приведена на рис. 76.2. Микросхема КМОП таймера типа TLC555 действует в автогенераторном режиме. Изменение частоты выходного сигнала может осуществляться потенциометром.



Electronics Now

Рис. 76.2

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ЗАПОЛНЕНИЯ



Electronics Hobbyists Handbook

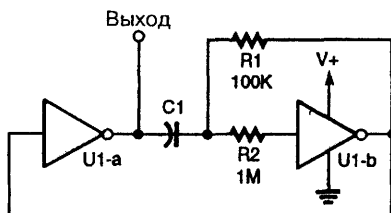
Рис. 76.3

В схеме генератора прямоугольных импульсов на ОУ коэффициент заполнения отличается от 0,5 за счет разделения токов заряда и разряда конденсатора $C1$ с помощью цепей $R1$, $D1$ и $R2$, $D2$. В схеме может использоваться ОУ любого типа.

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА КМОП ИНВЕРТОРЕ

Частота прямоугольных импульсов генератора (см. рис. 76.4), собранного на двух инверторах КМОП, может изменяться в широких пределах. В качестве интегральной микросхемы (ИС) используются логические элементы ИЛИ-НЕ или И-НЕ. Необходимо учитывать, что величина сопротивления резистора $R2$ в 10 раз превышает значение $R1$. Частота импульсов рассчитывается по приближенной формуле

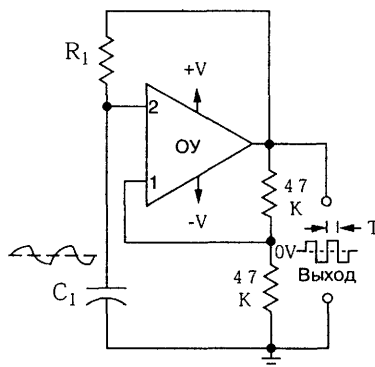
$$f \approx 1 / 2,2 R1 C1.$$



Electronics Hobbyists Handbook

Рис. 76.4

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ II



William Sheets

Рис. 76.5

На рис. 76.5 приведена схема генератора прямоугольных импульсов на ОУ. Длительность импульса T рассчитывается по эмпирическому соотношению

$$T \cong 1,3 R_1 C_1.$$

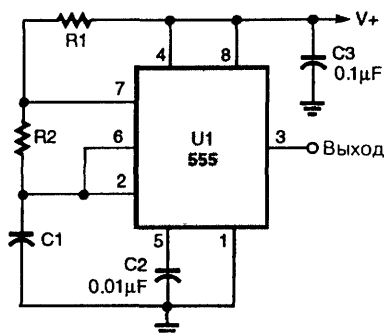
ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА МИКРОСХЕМЕ ТАЙМЕРА ТИПА 555

В схемах генераторов возможны два варианта включения ИС типа 555: одновибратор или мультивибратор. Для режима генерации непрерывных прямоугольных импульсов используется вариант схемы мультивибратора, которая приведена на рис. 76.6. Частота выходного сигнала мультивибратора на выходе 3 рассчитывается по приближенной формуле

$$f_0 \cong 1,44 / [(R_1 + 2R_2) C_1].$$

Коэффициент заполнения выходных импульсов K зависит от соотношения величин сопротивлений R_1 и R_2 и определяется выражением

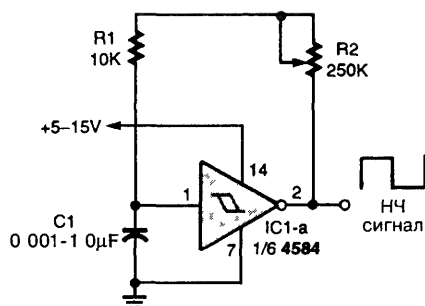
$$K = (R_1 + R_2) / R_2.$$



Electronics Hobbyists Handbook

Рис. 76.6

RC-ГЕНЕРАТОР



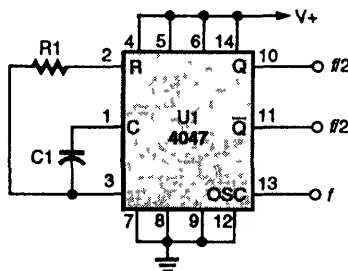
Popular Electronics

Рис. 76.7

Простой RC-генератор прямоугольных импульсов звуковой частоты собран на одном элементе ИС 4584. Частоту генерации схемы определяют конденсатор C1 и резисторы R1 и R2. Диапазон рабочих частот легко варьируется с помощью изменения емкости конденсатора C1: увеличение емкости снижает рабочую частоту, а уменьшение – увеличивает. В данной RC-схеме необходимо использовать конденсаторы с малыми значениями токов утечки (типа «майлар», полистирольные или аналогичные).

ГЕНЕРАТОР НА КМОП ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЕ CD4047

На основе ИС типа 4047 могут быть построены схемы одновибратора или мультивибратора. На рис. 76.8 приведен вариант генератора прямоугольных импульсов, собранного по схеме мультивибратора. Микросхема 4047 имеет три выхода: OSC (вывод 13) – выход генератора с основной частотой f_o , прямой Q и инверсный $\bar{Q}$.



Electronics Hobbyists Handbook

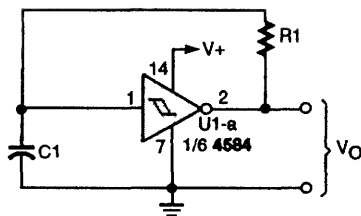
Рис. 76.8

(выводы 10 и 11), – на которых частота $f_0 / 2$. Выходная частота определяется элементами $R1$ и $C1$ и рассчитывается по приближенной формуле

$$f_0 \cong 1 / 4,4 R1C1.$$

Сопротивление $R1$ можно менять от 10 кОм до 1 МОм, а емкость $C1$ – от 100 пФ до более высоких значений (теоретически верхний предел не ограничен, однако на практике максимальная величина емкости определяется значениями, при которых ток утечки конденсатора и ток, протекающий через резистор $R1$, становятся сравнимыми).

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА КМОП ТРИГГЕРЕ ШМИТТА



Electronics Hobbyists Handbook

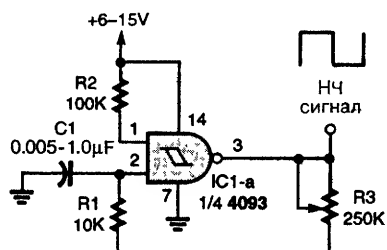
Рис. 76.9

Для работы схемы генератора прямоугольных импульсов на базе КМОП инвертирующего триггера Шмитта требуется минимальное число элементов. Рабочая частота рассчитывается по формуле

$$F = 1,4 / R1C1.$$

РС-ГЕНЕРАТОР НА ТРИГГЕРЕ ШМИТТА

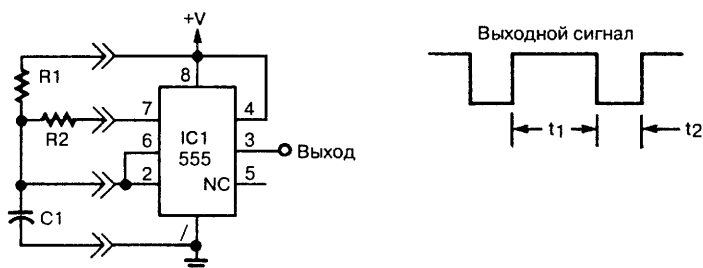
На рис. 76.10 приведена схема генератора прямоугольных импульсов на КМОП ИС с входным гистерезисом. В качестве активного элемента РС-генератора используется двухвходовый логический элемент И-НЕ ИС триггера Шмитта.



Popular Electronics

Рис. 76.10

ГЕНЕРАТОР ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ



Electronics Now

Рис. 76.11

Схема генератора на основе ИС таймера типа 555 представлена на рис. 76.11. Коэффициент заполнения импульсов может составлять 50%. Длительность высокого уровня импульсов t_1 определяется по приближенному выражению:

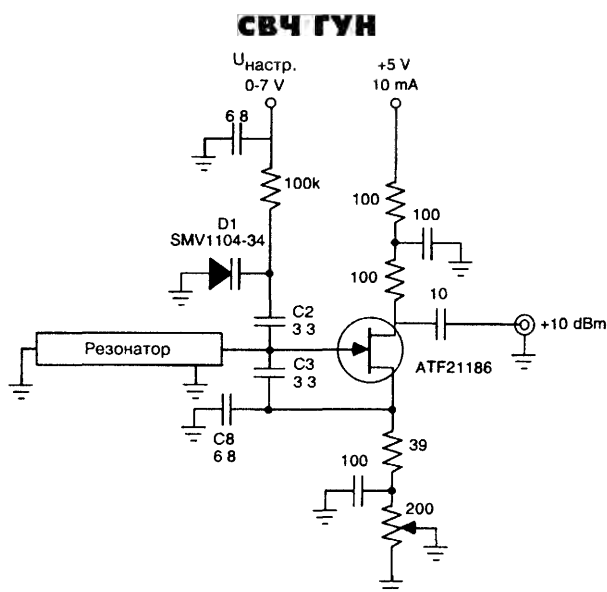
$$t_1 = R_1 C_1 \times \ln(1/2) = 0,693 R_1 C_1,$$

а длительность низкого уровня импульсов t_2 по формуле:

$$t_2 = [R_1 R_2 / (R_1 + R_2)] C_1 \times \ln[(2R_1 - R_2) / (R_1 - 2R_2)].$$

ГЛАВА 77

ГЕНЕРАТОРЫ, УПРАВЛЯЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЕМ (ГУН)



Rf Design

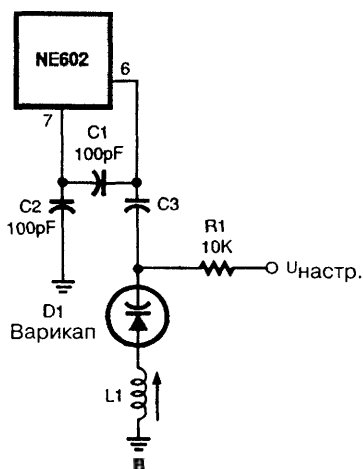
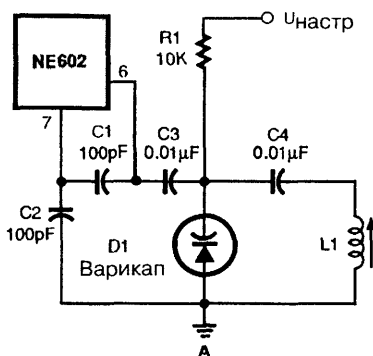
Рис. 77.1

Примечание. В схеме используется керамический резонатор TRANS-TECH SR8800SPQ1160BY.

На рис. 77.1 представлена распространенная схема генератора, управляемого напряжением (ГУН), в которой используется резонансный контур на коаксиальной линии и варикапе. Перестройка рабочей частоты в пределах 855–890 МГц осуществляется с помощью входного напряжения $U_{\text{НАСТР}}$.

ГУН НА РАБОЧУЮ ЧАСТОТУ ДО 1700 МГц

В ГУН на рабочую частоту до 1700 МГц (рис. 77.2) применяется керамический коаксиальный резонатор.

СХЕМЫ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ГЕТЕРОДИНА

Electronics Now

Рис. 77.4

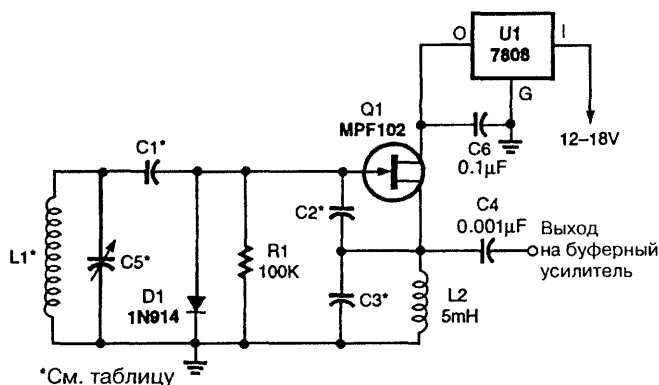
На рис. 77.4 показаны два варианта схемы гетеродина на ИС типа NE-602 с параллельным (А) и последовательным (В) контуром.

ГЛАВА 78

ГЕНЕРАТОРЫ

С ПЕРЕСТРАИВАЕМОЙ ЧАСТОТОЙ

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ГЕНЕРАТОР НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ С PN-ПЕРЕХОДОМ



Popular Electronics

Рис. 78.1

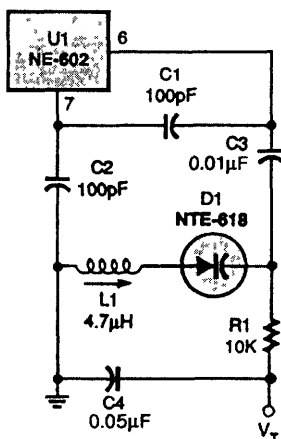
Примечание. Номиналы элементов схемы, обозначенных значком (*), приведены в тексте.

Таблица к рис. 78.1

Частотный диапазон генератора f_0 , МГц	Число витков обмотки дросселя L1	Емкость конденсаторов C1, пФ	Емкость конденсатора C2 и C3, пФ	Емкость переменного конденсатора C5, пФ
2-6	36	680	150	100
5-8	25	470	100	100
7-14	20	470	100	50

Одна из простейших схем генератора для приемников или передатчиков представлена на рис. 78.1. Генератор с перестраиваемой частотой на полевом транзисторе с управляющим рп-переходом характеризуется малым дрейфом частоты при применении высококачественных деталей и рациональном монтаже. Диапазон частот и параметры элементов колебательного контура приведены в таблице. Дроссель L1 намотан на кольцевом сердечнике Т50-6 медным эмалевым проводом диаметром 0,41–0,32 мм. Частоту генератора в небольших пределах можно подстраивать изменением числа витков обмотки дросселя L1: удаление одного витка увеличивает частоту, добавление одного-двух витков – уменьшает. После настройки генератора обмотку следует закрепить полиэфирным лаком или скотчем, чтобы предотвратить изменение частоты генератора из-за перемещений обмотки.

ГЕНЕРАТОР КЛАППА НА ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЕ NE602



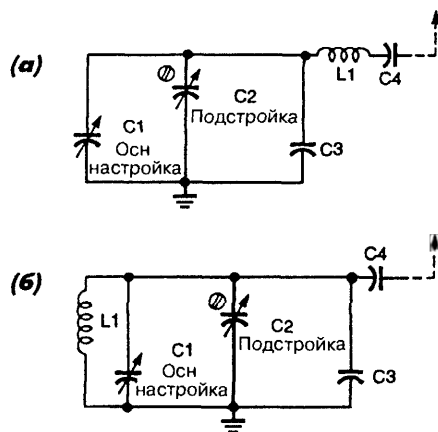
Popular Electronics

Рис. 78.2

На рисунке приведена схема генератора с резонансом напряжений типа емкостной трехточки (генератор Клаппа). Перестройка частоты осуществляется внешним напряжением V_T .

СХЕМЫ НАСТРОЙКИ ГЕНЕРАТОРОВ С ПЕРЕСТРАИВАЕМОЙ ЧАСТОТОЙ

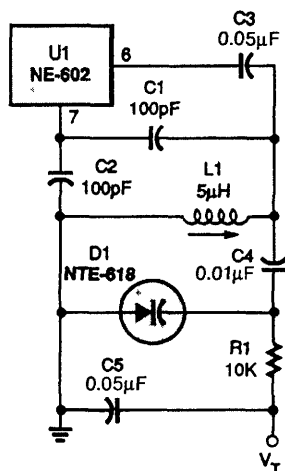
На рис. 78.3 показаны типовые схемы изменения частоты генераторов с последовательным (а) и параллельным (б) контурами.



Popular Electronics

Рис. 78.3

ГЕНЕРАТОР НА ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЕ NE602 С ВАРИКАПНОЙ НАСТРОЙКОЙ



Popular Electronics

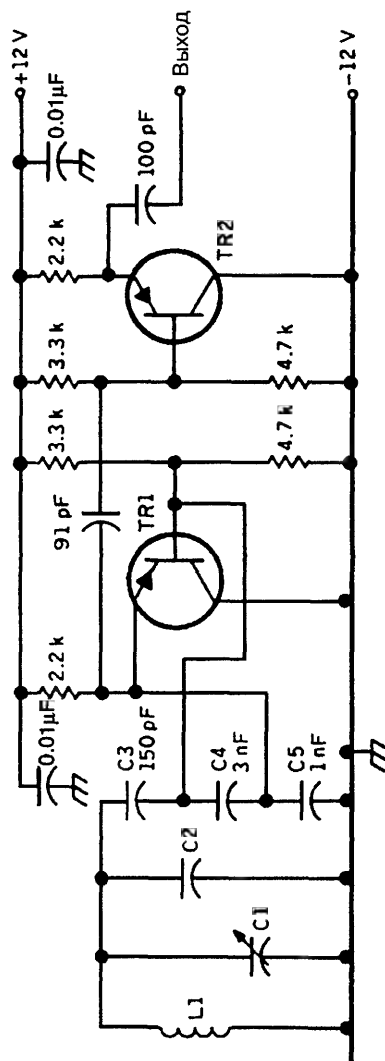
Рис. 78.4

Примечание. В качестве подстроечного конденсатора $C2$ использован конденсатор с воздушным диэлектриком. Конденсаторы, отмеченные на схеме значком (*), должны быть выполнены на основе керамики (группа NP0), слюды с серебряными контактами или полистирола

На рис. 78.4 представлена схема перестраиваемого генератора Колпитца с параллельным контуром, настройка которого осуществляется варикапом D1.

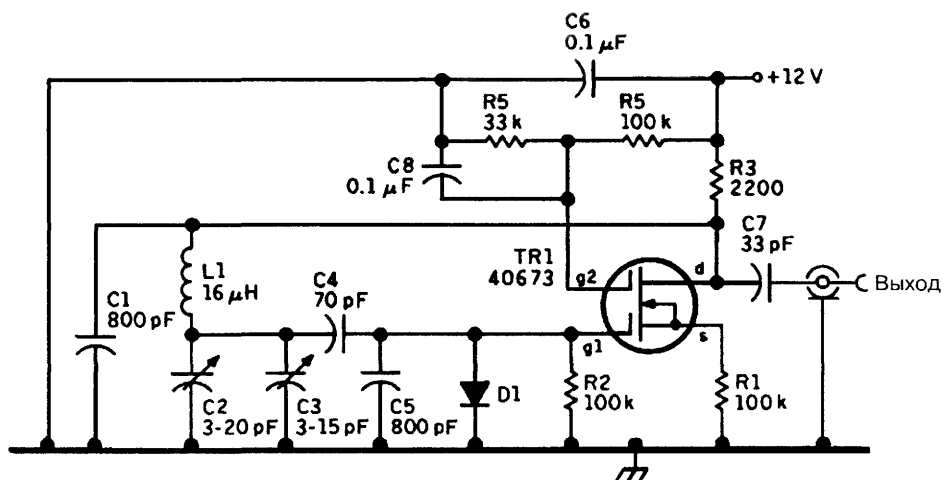
Представленная на рис. 78.5 схема генератора Вейкера на полевом транзисторе имеет очень стабильные характеристики и рассчитана на частоту 5,88–6,93 МГц. Она была предложена радиолюбителем с позывным G3PDM в начале 60-х годов, но до сих пор остается эталоном стабильного ВЧ перестраиваемого генератора, который используется в приемниках, передатчиках и дуплексных радиостанциях (трансиверах).

ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР



Хотя эта схема (рис. 78.6) была опубликована еще в 60-х годах, использование современных комплектующих позволяет получать отличные результаты. В схеме применяются транзисторы типа 2N384.

КВ ГЕНЕРАТОР



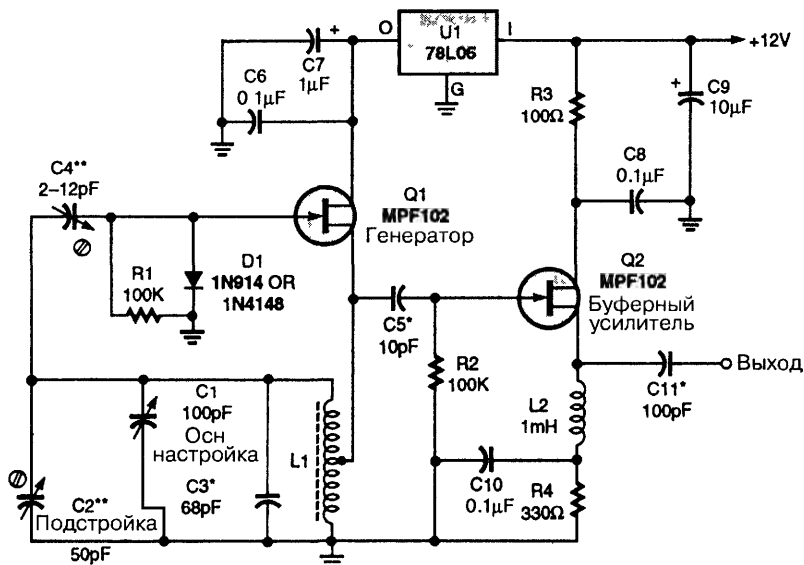
Communications Quarterly

Рис. 78.7

На рис. 78.7 представлена одна из последних разработок, выполненная радиолюбителем с позывным K6BSU. Характеристики генератора можно улучшить, если увеличить емкости конденсаторов C2–C3 и уменьшить индуктивность дросселя L1, так как эти изменения приведут к стандартной схеме генератора Вейкера. Разработчиком рекомендованы следующие параметры комплектующих: C1 и C5 – конденсаторы с полистирольной изоляцией емкостью 800 пФ; C2 – подстроечный конденсатор с воздушным диэлектриком; C3 – переменный конденсатор с воздушным диэлектриком для настройки частоты; C4 – конденсатор емкостью 70 пФ группы NP0 на основе керамики или флогопита (слюды) для обеспечения температурной компенсации; C7 – конденсатор емкостью 33 пФ на основе керамики группы NP0; C6 и C8 – керамические конденсаторы емкостью 0,1 мкФ с рабочим напряжением 25 В; транзистор T1 – МДП полевой транзистор с двойным затвором типа 40673 либо SK3050; D1 – кремниевый диод типа 1N4153 либо 1N914; L1 – дроссель (16 мкГн) с 34 витками медного провода диаметром 0,41 мм, намотанными на керамический каркас диаметром 19 мм без сердечника, длина намотки 15,3 мм. Все резисторы схемы имеют допуск 5% и мощность рассеяния 0,25 Вт.

СТАБИЛЬНЫЙ ВЧ ГЕНЕРАТОР

Схема индуктивного трехточечного генератора (генератор Хартли) представлена

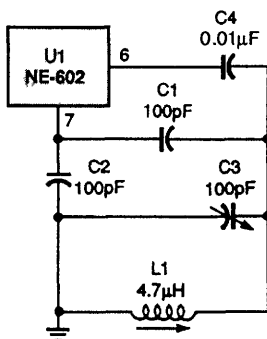


Popular Electronics

Рис. 78.8

Примечание. Конденсаторы, обозначенные на схеме значком (*), должны быть дисковыми керамическими группы NP0, полистирольными или слюдяными с серебряными контактами (перечислены в порядке предпочтения); подстроечные конденсаторы C2 и C4, обозначенные значком (**), лучше применять с воздушным диэлектриком, нежели керамические или слюдяные.

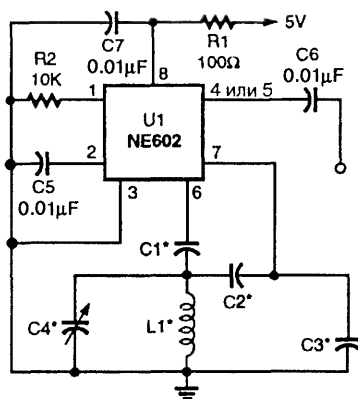
Обратная связь осуществляется от среднего вывода катушки L1. Длина обмотки обратной связи должна составлять приблизительно 10–35% от общей длины катушки. В схему генератора добавлен буферный усилитель (Q2), который выполняет две задачи: усиливает слабый выходной сигнал генератора, а также ослабляет влияние на генератор изменяющегося импеданса нагрузки. Переменный конденсатор настройки C1 емкостью 100 пФ с воздушным диэлектриком и усиленной механической конструкцией предназначен для работы в тяжелых условиях. Подстроечный конденсатор C2 осуществляет более точную установку частоты (особенно в случаях, требующих предварительной калибровки). Стабилизатор напряжения генератора U1 вынесен за пределы основного корпуса. Назначение конденсатора C4 – блокировать постоянную составляющую в цепи затвора транзистора Q1. Малая величина его емкости объясняется желанием слабо нагружать управляемую LC-цепь. Подстроечный конденсатор C2 первоначально устанавливают в положение минимальной емкости (пластины ротора максимально отведены от статорных), а затем начинают постепенно увеличивать его емкость, включая и выключая генератор. Необходимо зафиксировать ротор конденсатора в том положении минимальной емкости, при которой генератор устойчиво запускается с подачи на него напряжения питания.

LC-ГЕНЕРАТОР НА ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЕ NE602

Popular Electronics

Рис. 78.9

В перестраиваемом генераторе Колпитца рабочая частота задается параллельным контуром L1, C3.

ГЕНЕРАТОР КОЛПИТЦА

Popular Electronics

Рис. 78.10

Примечание. Расчетные значения элементов схемы помечены значком (*).

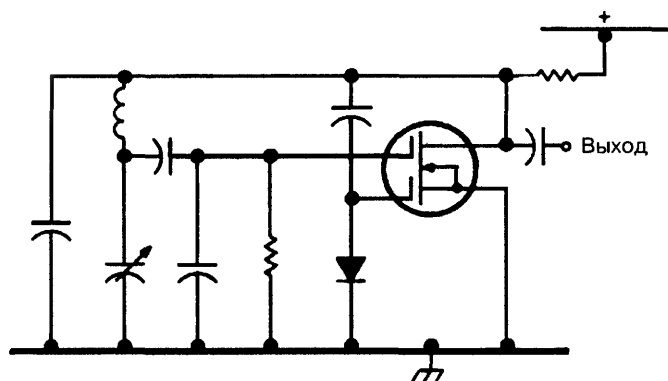
В схеме генератора на ИС NE-602 использованы три конденсатора (C1, C2 и C3) для связи с колебательным контуром L1, C4. Расчетные значения элементов схемы определяются эмпирическими соотношениями:

$$C_1 = C_2 = C_3 = 2400 / f \text{ [МГц]},$$

$$C_4 = 1 / \{(2f)^2 L1\},$$

$$L, \text{ [мкГн]} = 7 / f \text{ [МГц]}.$$

АПЧ ДЛЯ ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО ГЕНЕРАТОРА

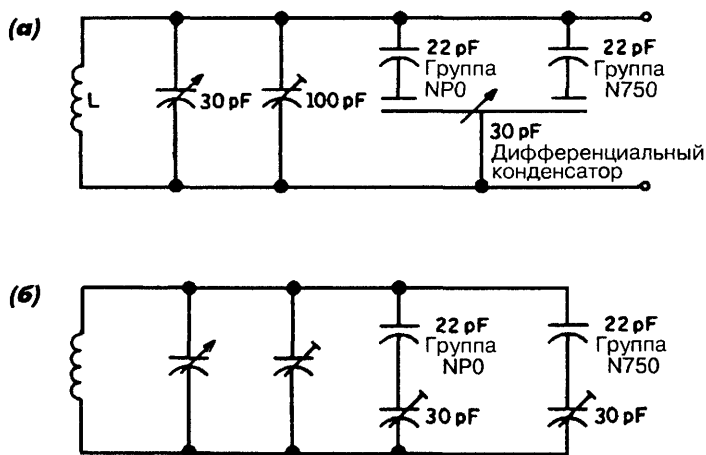


Communications Quarterly

Рис. 78.11

На рис. 78.11 показана простая схема автоматической подстройки частоты (АПЧ), примененная в генераторе Вейкера. Подстройка осуществляется напряжением на диоде, включенном непосредственно между затвором и истоком полевого транзистора. В качестве диода D1 используется высококачественный ВЧ кремниевый диод любого типа.

ТЕМПЕРАТУРНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ ГЕНЕРАТОРОВ

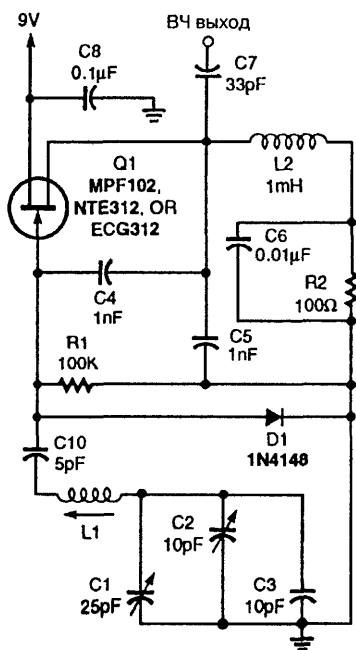


Communications Quarterly

Рис. 78.12

На рис. 78,12 показаны два варианта температурной компенсации: с дифференциальным (а) и двумя подстроечными (б) конденсаторами. Компенсация осуществляется за счет введения в колебательный контур температурозависимой емкости (N750).

ГЕНЕРАТОР КЛАППА НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ С РН-ПЕРЕХОДОМ



Popular Electronics

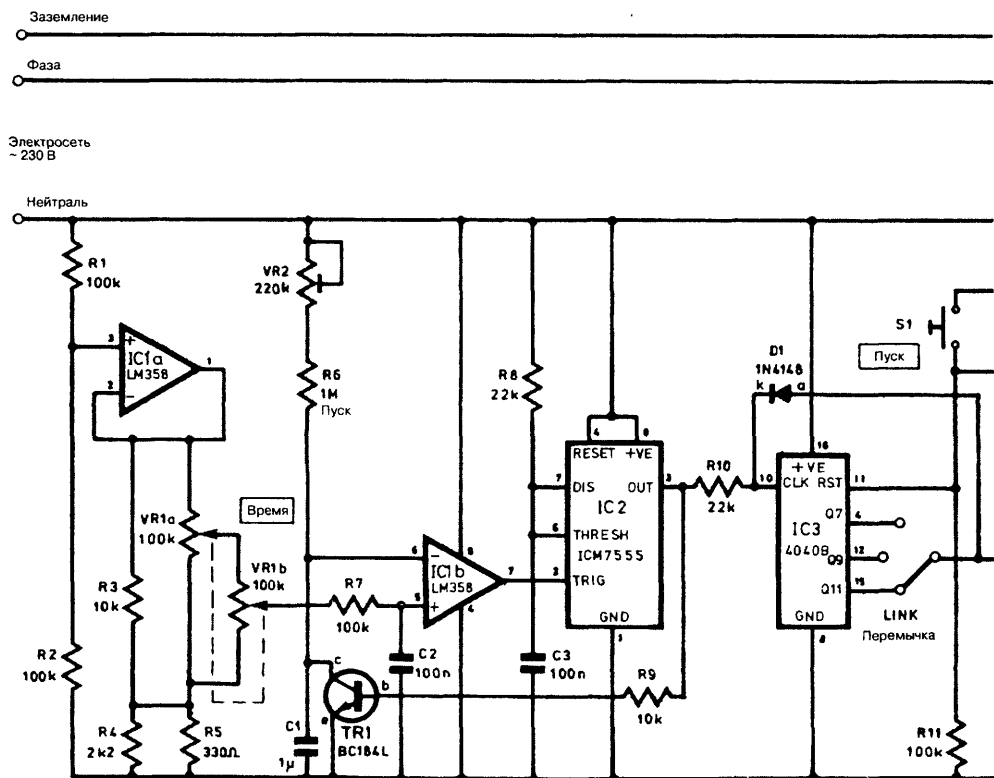
Рис. 78.13

Схема перестраиваемого генератора на полевом транзисторе с управляющим рп-переходом может рассматриваться как трехточечный емкостный генератор (генератор Клаппа) с последовательно включенной LC-цепью. Диапазон рабочих частот схемы составляет 0,5–7 МГц.

для ФОТОГРАФИИ

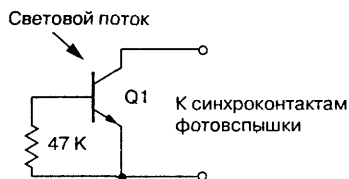
РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ФОТОПЕЧАТИ

Схема реле времени, приведенная на рис. 79.1, состоит из задатчика напряжения на ОУ (IC1a), одновибратора на ОУ (IC1b), мультивибратора на микросхеме таймера (IC2), счетчика импульсов (IC3) и симисторного ключа со схемой управления. Микросхемы IC1b и IC2 образуют генератор, управляемый напряжением (ГУН), частота которого изменяется сдвоенным потенциометром VR1. Резистор R3



синхроимпульса. Выходной сигнал счетчика поступает на вход 1 IC4a RS-триггера на элементах IC4a и IC4b, который при первом включении напряжения питания схемы обнуляется положительным импульсом через конденсатор C5 и диод D2. В результате на выходе 3 IC4a установится низкий уровень сигнала, а на выходе 4 IC4b – высокий, что соответствует состоянию ВЫКЛЮЧЕНО. Конденсатор C4 заряжается через сопротивление R13 с выхода 4 IC4-b. При нажатии кнопки S1 (Пуск) счетчик IC3 импульсом на вход 11 возвращается в положение 0. В это же время на выходе 3 IC4a устанавливается высокий уровень, что соответствует состоянию ВКЛЮЧЕНО. Перезарядка конденсатора C4 не происходит до тех пор, пока не установится состояние ВЫКЛЮЧЕНО. Это предотвращает возможные сбои в отсчете времени, если выключатель S1 будет долго находиться в нажатом состоянии или случайно будет нажат еще раз до того, как процесс счета будет завершен. Отсчет времени прекратится, когда задаваемый с помощью переключателя выход IC3 перейдет на высокий уровень и произведет переустановку IC4a через резистор R14. Буферный каскад на логических элементах IC4c и IC4d через резистор R18 включает симистор CRS1.

СХЕМА синхронизации дополнительной фотовспышки

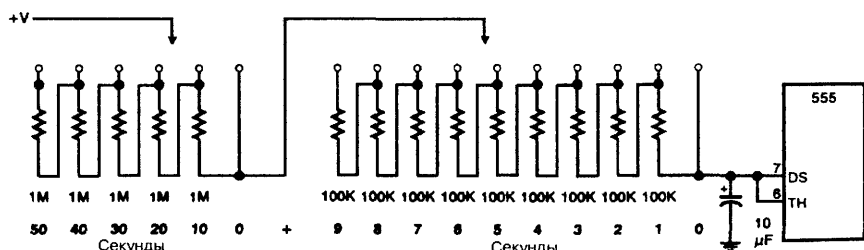


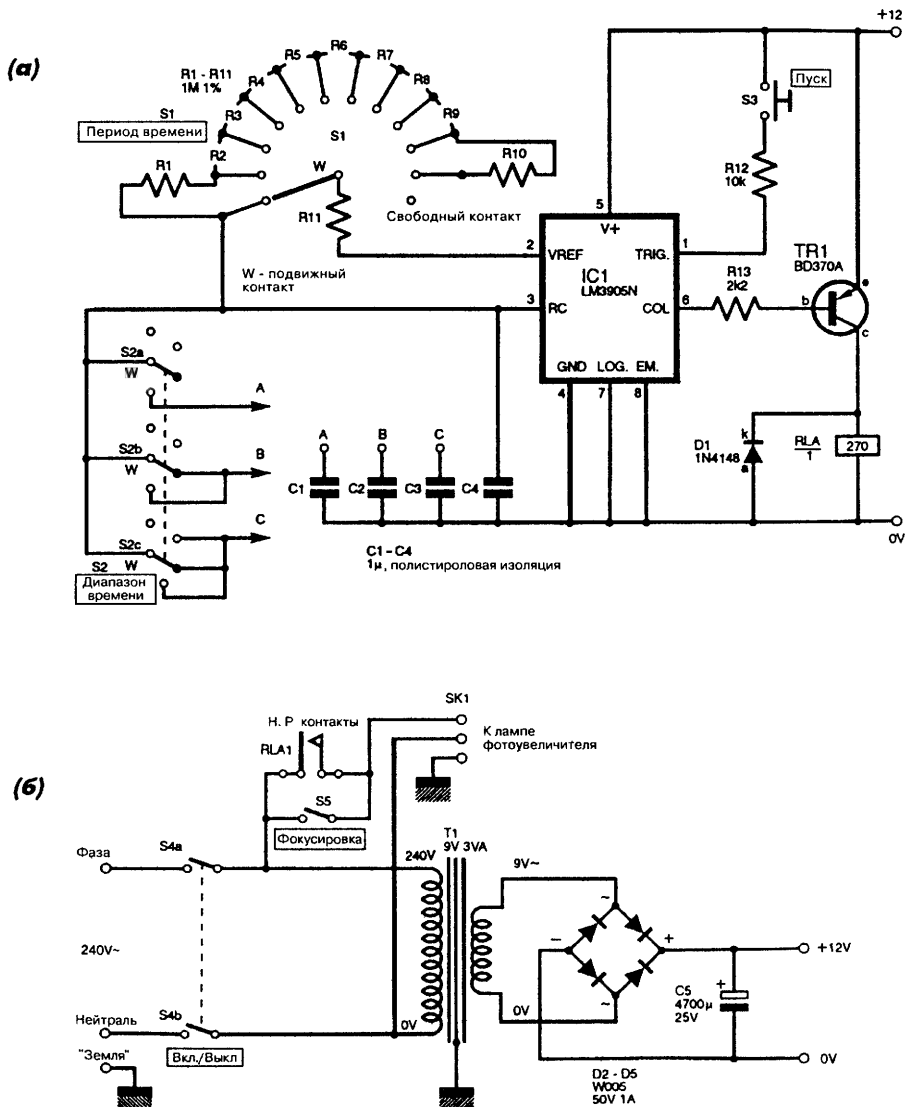
William Sheets

Рис. 79.2

Под действием светового импульса от основной фотовспышки кремниевый фототранзистор Q1 переходит в открытое состояние и замыкает контакты синхронизации дополнительной вспышки.

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ФОТОПЕЧАТИ (0–59 С)





Схему, приведенную на рис. 79.4, можно использовать и при цветной фотопечати. В отличие от более простых реле времени данная схема построена на микросхеме прецизионного таймера типа LM3905N в корпусе DIP8. Интегральная микросхема характеризуется высокой точностью повторения интервалов времени и малой погрешностью, хотя стабильность и точность работы схемы в целом определяется точностью применяемых в ней элементов. В данной схеме интервал времени зависит от внешней RC-цепи, параметры которой задаются переключателями S1 и S2. Постоянная времени t определяется формулой $t = RC$, в которой время указывается в секундах, сопротивление – в омах, а емкость – в фарадах. Переключателем S1 (однополюсный, 12-позиционный поворотного типа) выбирается необходимая величина сопротивления из набора резисторов R1 – R11. Переключатель S2 – трехполюсный, 4-позиционный поворотного типа, в первом положении подключает параллельно конденсатору C4 конденсатор C1, а затем к полученной батарее конденсаторов параллельно подсоединяются конденсаторы C2 и C3. Если в схеме использовать резисторы R1 – R11 с точностью 1%, то один резистор с сопротивлением 1 МОм и конденсатор емкостью 1 мкФ образуют RC-цепь с постоянной времени $t = 1$ с. Максимальная постоянная времени RC-цепи составит 44 с. Отсчет интервала времени начинается при включении кнопки S3. Выход микросхемы IC1 с открытым коллектором управляет работой буферного усилителя на рnp-транзисторе TR1, который в свою очередь включает реле RLA1. Так как схема питается напряжением 12 В, тип реле выбирается на основании совпадения напряжения питания схемы и рабочего напряжения обмотки реле. Поскольку напряжение питания ИС может находиться в интервале 4,5–40 В постоянного тока, можно использовать классический источник питания. Контакты реле RLA1 включают лампу фотоувеличителя; для настройки фокусировки разрешается применять отдельный выключатель «Фокусировка» (S5), подсоединенный параллельно контактам реле.

РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТООТПЕЧАТКОВ С ПОСТОЯННЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ЭКСПОНИРОВАНИЯ

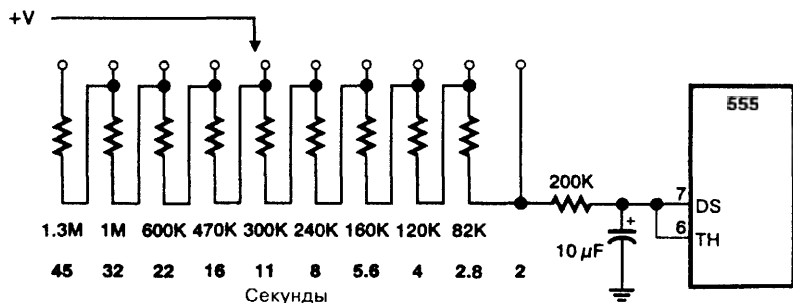
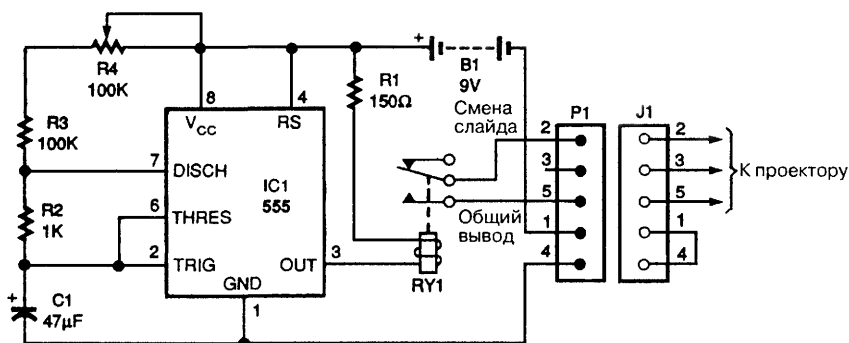


Схема реле времени на ИС таймера типа NE555 показана на рис. 79.5. Она позволяет получить ряд дискретных интервалов времени с отношением, пропорциональным ряду диафрагменных чисел шкалы фотообъектива. Приводимый вариант схемы вырабатывает интервалы времени (в секундах), равные 2; 2,8; 4; 5,6 и т.д. вплоть до 45. Данный ряд значений используется при фотопечати для получения постоянной величины экспонирования при различных значениях диафрагмы объектива фотоувеличителя.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ СЛАЙДОВ В ПРОЕКТОРЕ



Electronics Now

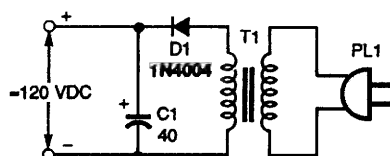
Рис. 79.6

В схеме использована ИС таймера типа 555 для управления режимом автоматической замены слайдов при их демонстрации через проектор. Резистор R4 задает интервал времени демонстрации слайдов между их сменой.

ГЛАВА 80

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ – ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В ПОСТОЯННЫЙ

ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО ТОКА НА 135 В



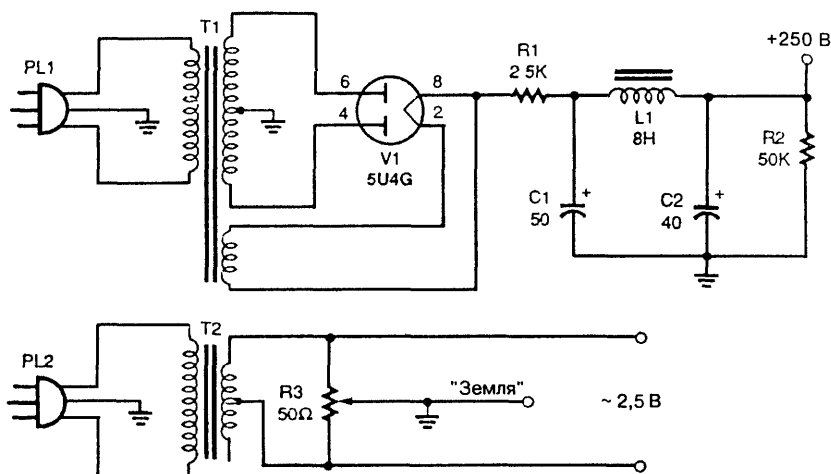
Popular Electronics

Рис. 80.1

Этот источник питания может использоваться в экспериментах с устройствами на электронных лампах. Трансформатор разделяет выход схемы от сети переменного тока. Обмотки трансформатора T1 рассчитаны на токи нагрузки 30–100 мА и имеют соотношение витков 1:1. Конденсатор C1 – электролитический, 40 мкФ, 250 В, так как напряжение на нем в режиме холостого хода может достигать 170 В.

БЛОК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛАМПОВЫХ СХЕМ

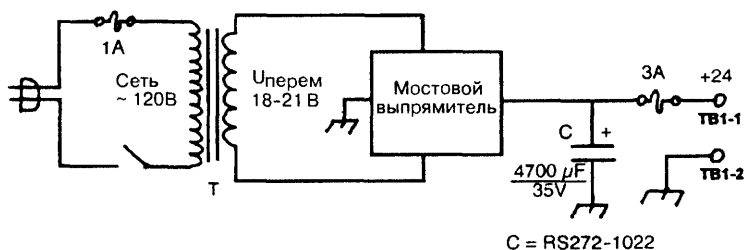
Источник питания, схема которого приведена на рис. 80.2, предназначен для питания анодных цепей (напряжение +250 В, ток до 60 мА) и цепей накала (напряжение 2,5 В, ток 4,5 А); он имеет уравнивающий потенциометр, необходимый для уменьшения фона сети 50 Гц. Двухполупериодное выпрямление анодного напряжения осуществляется двуханодным кенотроном V1. Вторичная обмотка силового трансформатора T1 с отводом от средней точки дает напряжение 350 + 350 В, накальная обмотка для питания кенотрона V1 рассчитана на напряжение 5 В и ток 3 А, вторичная обмотка T2 – на напряжение 2,5 В и ток нагрузки 4,5 А.



Popular Electronics

Рис. 80.2

СЕТЕВОЙ БЛОК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО ДУПЛЕКСНОГО ПЕРЕДАТЧИКА



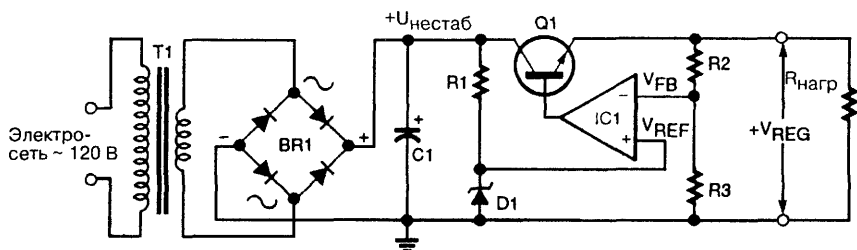
73 Amateur Radio Today

Рис. 80.3

Сетевой блок питания предназначен для питания аппаратуры постоянным напряжением 24 В при токе потребления 1 А. Первоначально применялся в дуплексном радиолюбительском передатчике с выходной мощностью 10 Вт. В схеме использован мостовой двухполупериодный выпрямитель RS276–1171, рассчитанный на ток 4 А и максимальное обратное напряжение 100 В.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С ЛИНЕЙНЫМ СТАБИЛИЗАТОРОМ

В схеме сетевого блока питания, приведенной на рис. 80.4, использован понижающий трансформатор Т1. С вторичной обмотки через выпрямительный мост BR1



Electronics Now

Рис. 80.4

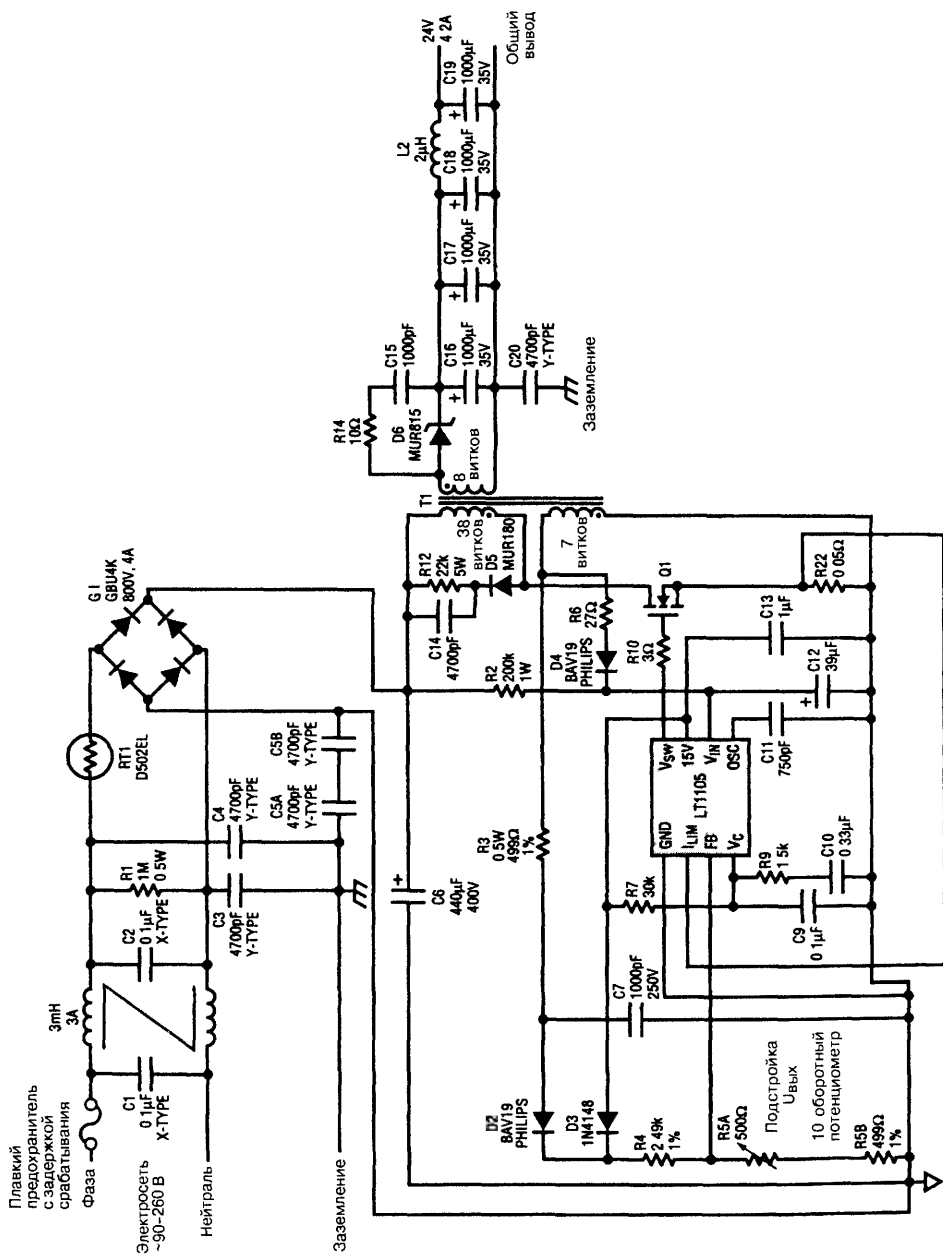
выпрямленное пульсирующее напряжение поступает на фильтрующий конденсатор $C1$. Далее постоянное напряжение подается на транзистор $Q1$, включенный последовательно с нагрузкой $R_{\text{нагр}}$. Стабилизатор при помощи транзистора и других элементов регулирует напряжение таким образом, что выходное стабилизированное напряжение не зависит ни от колебаний напряжения сети, ни от изменения нагрузки. Основными элементами линейного последовательного стабилизатора являются регулирующий транзистор $Q1$, источник опорного напряжения на стабилитроне $D1$ и резисторе $R1$, делитель обратной связи на резисторах $R2$ и $R3$ и усилитель рассогласования на ОУ $IC1$. Стабилитрон $D1$ обеспечивает постоянное стабилизированное напряжение на неинвертирующем входе ОУ. Стабильность выходного напряжения блока питания (V_{REG}) обеспечивается напряжением обратной связи (V_{FB}) на инвертирующем входе ОУ. Величина стабилизированного выходного напряжения V_{REG} определяется по формуле

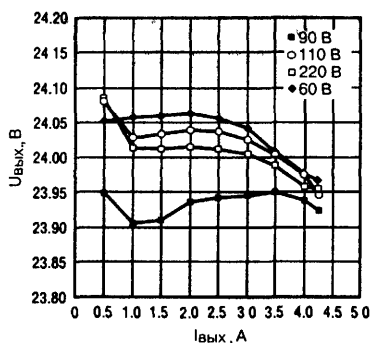
$$V_{\text{REG}} = V_{\text{REF}} (1 + R2/R3),$$

где V_{REF} – опорное напряжение на стабилитроне $D1$.

АВТОНОМНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА 24 В, 100 Вт

В современных электронных системах для поддержания большого числа управляющих функций широкое распространение получил принцип применения распределенных источников питания. Данный подход несколько отличается от исторически сложившегося, когда питание каждой подсистемы постоянным стабилизированным напряжением осуществлялось с помощью отдельного многоканального источника. Он зачастую выполнялся в виде дорогостоящего выносного блока и не обладал оптимальной надежностью. На рис. 80.5 представлена схема импульсного блока питания, с помощью которой можно решить проблему разработки распределенных источников питания. Интегральная микросхема $LT1105$, использующая широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) с управлением по току, позволяет создать простой, недорогой, высоконадежный источник питания. Нестабильность выходного напряжения (24 В) составляет менее 1% при сетевом напряжении 90–260 В и динамическом изменении нагрузки в 8 раз (рис. 80.5б). Максимальное значение выходного тока 4,2 А обеспечивает мощность источника питания 100 Вт. Трансформатор $T1$





Linear Technology

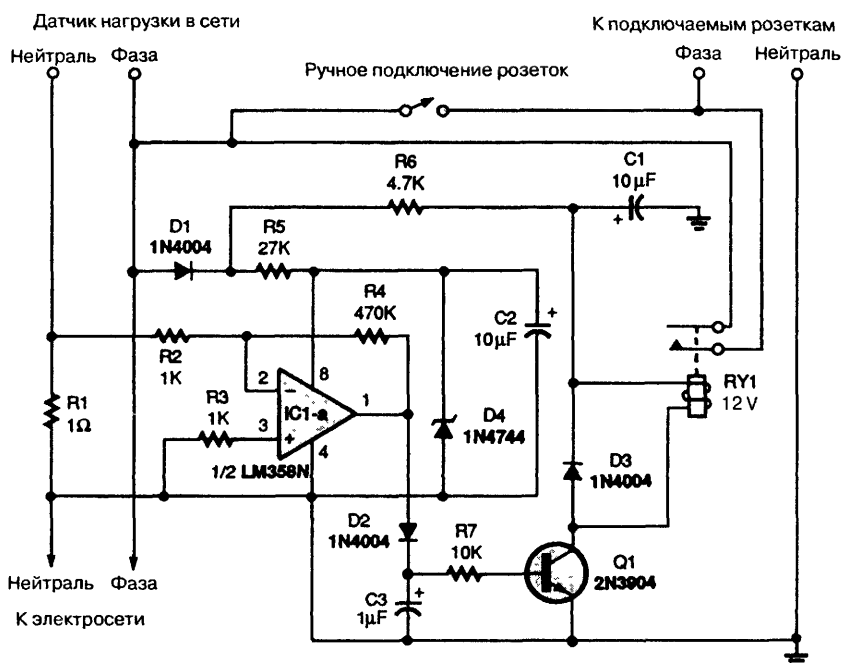
Рис. 80.5 (б)

Примечание. При монтаже схемы нужно учитывать следующее:

- необходима общая заземляющая точка для обратного провода первичной обмотки, общей точки вторичной цепи и заземляющего провода электросети с целью снижения потока электромагнитного излучения в результате взаимокompенсации токовых составляющих;
- в качестве выходных конденсаторов следует использовать конденсаторы серии UNITED CHIMICON LXF;
- величина емкости выходных конденсаторов подбиралась, исходя из условий максимального снижения пульсаций тока;
- параметры выходного фильтра оптимизированы для минимальных пульсаций выходного тока;
- полевой транзистор и стабилитрон D6 обязательно должны монтироваться на теплоотводах.

имеет три обмотки: первичную – 38 витков, вторичную – 8 витков и обратной связи – 7 витков. Индуктивность первичной обмотки составляет 230 мкГн на катушке TRONICS = СТХ02-12181. Этот трансформатор соответствует международным стандартам по безопасности UL 1950 и IEC950 и может применяться при наружном монтаже, как, впрочем, и другие, с рабочими напряжениями 36 или 48 В и мощностью до 100 Вт. В ИС LT1105 допустимо использовать оптронную обратную связь, которая позволяет обеспечить стабилизацию в нагрузке. Пушпульный выход управляет затвором внешнего высоковольтного полевого транзистора (Q1), а обратная связь по току снимается с резистора R22. Защита от короткого замыкания обеспечивается режимом работы НЕПЕРИОДИЧЕСКИ ПОВТОРЯЮЩИЙСЯ ПЕРЕЗАПУСК – *burst*, при котором ИС LT1105 будет постоянно отключаться и вновь запускаться до устранения перегрузки. В схеме использованы следующие комплектующие: резистор R12 – пленочный металлооксидный, производства фирмы R. G. ALLEN; конденсатор C14 – фольговый пленочный с полипропиленовой изоляцией; полевой транзистор Q1 – фирмы Philips высоковольтный типа BUK438-800A.

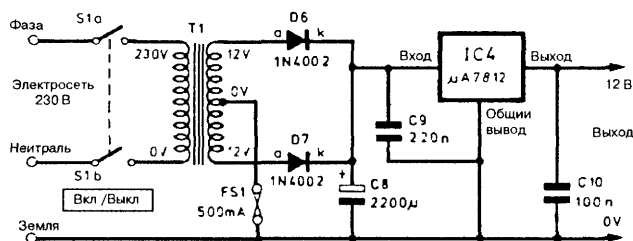
УСТРОЙСТВО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ РОЗЕТОК



Popular Electronics

Рис. 80.6

На рис. 80.6 приведена схема устройства для автоматической подачи напряжения к силовым розеткам; подключение к электросети осуществляется, когда в нагрузке протекает ток, то есть при наличии минимального энергопотребления. Управление нагрузкой производится с помощью реле RY1. Устройство питается непосредственно от сети переменного тока с напряжением 117 В и работает только тогда, когда в сеть включены потребители электроэнергии. Напряжение сети, выпрямленное диодом D1, через ограничивающий резистор R5 заряжает конденсатор C2, использующийся в качестве фильтра, а стабилитрон D4 ограничивает напряжение питания ОУ значением 15 В. При включении нагрузки через резистор R1 (с сопротивлением 1 Ом и мощностью рассеяния 10 Вт) потечет ток. (Ограничение мощности рассеяния для резистора R1 величиной 5 Вт означает, что ток потребления не должен превышать 5 А.) В результате прохождения тока напряжение с резистора R1 усиливается ОУ (IC1), который является частью ИС LM358N. Коэффициент усиления примерно равен $R4/R2$. Строго говоря, падение напряжения на резисторе R1 может быть незначительным, если потребитель электроэнергии очень мал. Для того чтобы обеспечить чувствительность устройства к малым значениям падения напряжения, с помощью резисторов R2 и R4



Everyday Practical Electronics

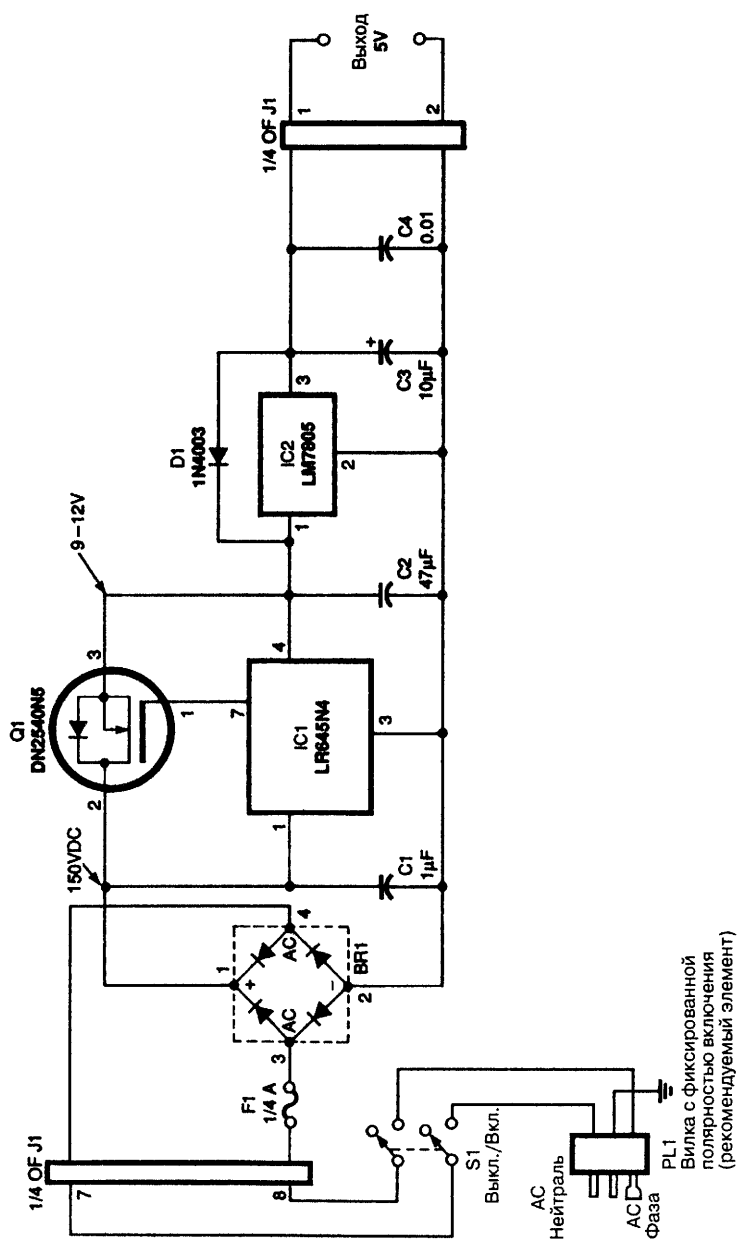
Рис. 80.8

до 260 мА и может питаться от сети переменного тока как 120 В, так и 230 В (см. схему) при выборе понижающего трансформатора с соответствующими параметрами обмоток.

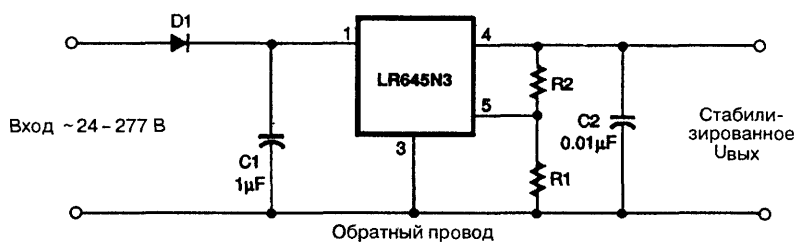
АВТОНОМНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПЯЖЕНИЯ 5 В

На рис. 80.9 представлена схема автономного стабилизатора напряжения на 5 В. Сетевое напряжение от 12 до 120 В поступает на контакты 7 и 8 восьмиконтактного разъема для печатного монтажа J1. Хотя вход ИС типа LR645N4 (IC1) рассчитан на напряжения до 450 В, в данной схеме величина входного напряжения ограничена значением 200 В. Это определяет максимально допустимое значение обратного напряжения диодов выпрямительного моста BR1, равное 200 В. Выпрямленное двухполупериодное напряжение поступает на фильтрующий конденсатор C1 и далее постоянное напряжение 150 В подается на вход 1 микросхемы IC1. Значение емкости фильтрующего конденсатора выбрано таким необычно малым из-за того, что ИС IC1 обеспечивает для пульсаций частотой 120 Гц ослабление выходного сигнала по отношению к входному (U_{IN}/U_{OUT}) в 60 дБ. Выпрямленное входное напряжение поступает также на стоковый вывод 2 МОП транзистора Q1 (n-канального с обеднением); такой транзистор производства фирмы SUPERTEx был специально создан для совместной работы с линейным стабилизатором LR645. Транзистор Q1 пропускает ток до 100 мА от высоковольтного источника. Стабилизированное напряжение с вывода 4 IC1 и вывода 3 полевого транзистора Q1 поступает на фильтрующий конденсатор C2. Это напряжение дополнительно фильтруется танталовым конденсатором C3 емкостью 10 мкФ и стабилизируется ИС IC2 типа 7805 или LM430. Выходное постоянное напряжение 5 В с максимальным током 100 мА используется для питания логических схем.

Предупреждение. В силу особенностей построения данной схемы нагрузка не изолирована от питающей сети, поэтому существует потенциальная опасность поражения электрическим током. Не рекомендуется использовать схему в тех случаях, когда возможно случайное прикосновение к элементам схемы.



АВТОНОМНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР



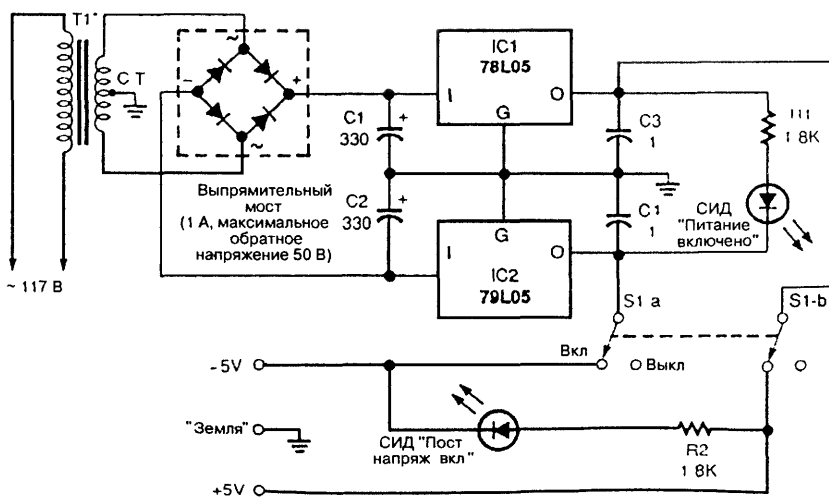
Electronics Now

Рис. 80.10

С помощью данной схемы можно получить напряжения от 8 до 12 В постоянного тока. Величина выходного напряжения задается соотношением величин сопротивлений резисторов R2/R1. Наилучшие результаты получаются в том случае, когда сумма сопротивлений резисторов R1 и R2 равна 250 кОм, хотя допустимо его изменение от 200 до 300 кОм. Использование резисторов с суммарным сопротивлением 250 кОм оптимизирует изменение нагрузки и снижает колебания выходного напряжения.

Предупреждение. В силу особенностей построения данной схемы нагрузка не изолирована от питающей сети, поэтому существует потенциальная опасность поражения электрическим током. Не рекомендуется использовать схему в тех случаях, когда возможно случайное прикосновение к элементам схемы.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА ±5 В



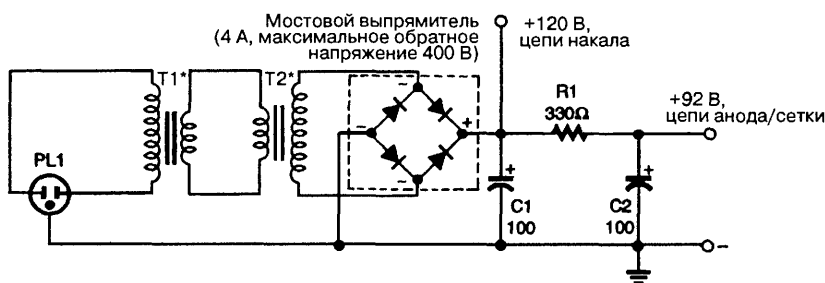
Popular Electronics

Рис. 80.11

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (μF).

На рис. 80.11 представлена схема простого источника питания с двухполярным выходом. Вторичная обмотка трансформатора Т1 рассчитана на напряжение 12 В и ток 0,3 А и выполнена с отводом от середины обмотки. Выходные напряжения стабилизируются микросхемами 78L05 (положительное) и 79L05 (отрицательное). Максимальный ток нагрузки 100 мА.

БЛОК ПИТАНИЯ ЛАМПОВОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО УСИЛИТЕЛЯ



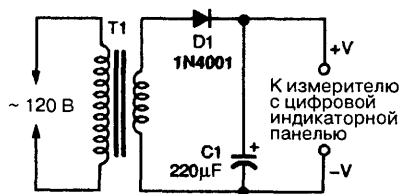
Electronics Hobbists Handbook

Рис. 80.12

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

На рис. 80.12 приведена схема блока питания с двойной изоляцией от сети переменного тока с напряжением 120 В. В схеме использованы два накальных трансформатора Т1 и Т2, включенных таким образом, что вторичная обмотка Т2 является нагрузкой Т1, образуя единый электрический контур. Напряжения вторичных обмоток могут быть произвольными, но обязательно равными. Допустимо применение одного разделительного трансформатора с коэффициентом трансформации 1:1. Все трансформаторы должны иметь мощность не менее 25 ВА.

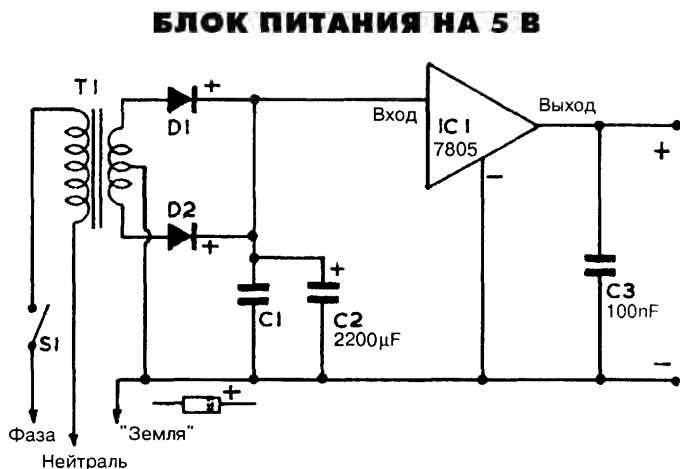
ПРОСТЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЯ С ЦИФРОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ



Popular Electronics

Рис. 80.13

Блок питания, схема которого показана на рис. 80.13, рассчитан на выходное напряжение постоянного тока 9–12 В. Развязка с помощью трансформатора необходима для большинства типов измерителей с цифровыми индикаторными панелями.



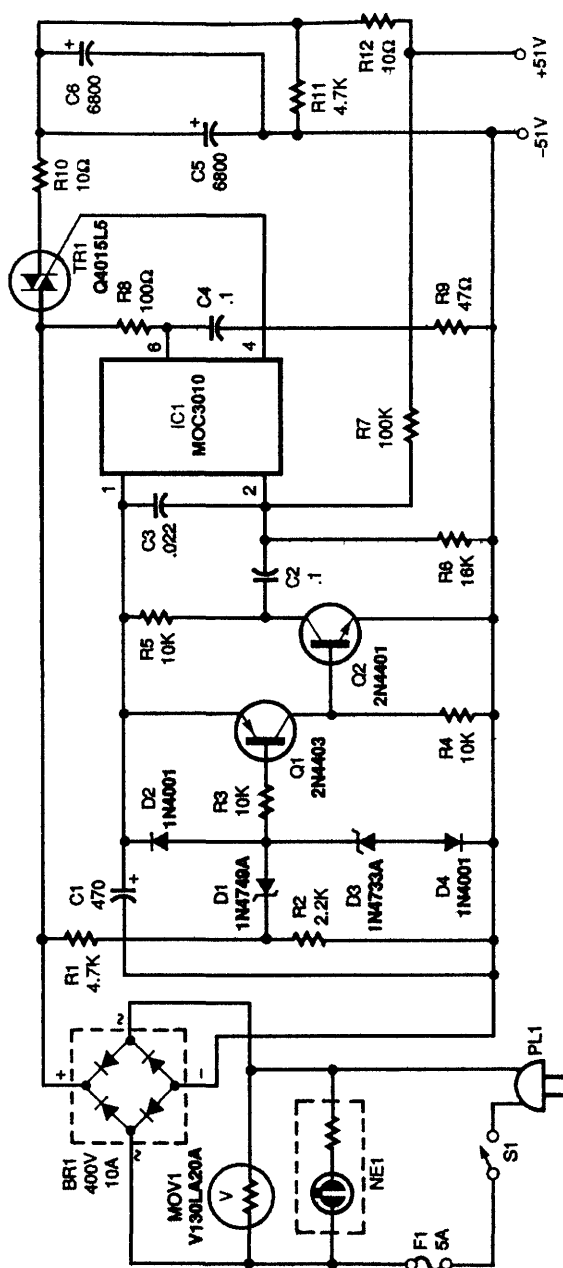
Electronic Experimenters Handbook

Рис. 80.14

Приведенный блок питания обеспечивает стабилизированное напряжение 5 В и ток до 500 мА, то есть имеет параметры, удовлетворяющие условиям работы большинства цифровых ИС. Конструктивное исполнение блока в виде отдельного модуля позволяет подключать к нему различные схемы, а также использовать 5 В или в устройствах, для которых требуется питание напряжением 4,5 или 6 В от батареек.

ИМПУЛЬСНЫЙ ТИРИСТОРНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ

Переменное сетевое напряжение через вилку питания PL1 поступает на выпрямительный мост BR1, на выходе которого выпрямленное напряжение равно примерно 165 В. Принцип работы схемы заключается в стабилизации выходного напряжения с помощью регулирующего элемента на симисторе, который управляется оптроном IC1. Стабилизация достигается изменением времени открытого состояния симистора. Пульсирующее напряжение с выхода моста BR1 через ограничивающий резистор R1 и диоды D1, D2 заряжает конденсатор C1. Напряжение на нем ограничивается стабилитроном D3 и диодом D4 и составляет примерно 5 В; оно служит для питания схемы управления, основа которой – формирователь импульсов на транзисторах Q1 и Q2. При уменьшении пульсирующего напряжения на резисторе R2 до 5 В и менее транзисторы Q1 и Q2 открываются, а затем при

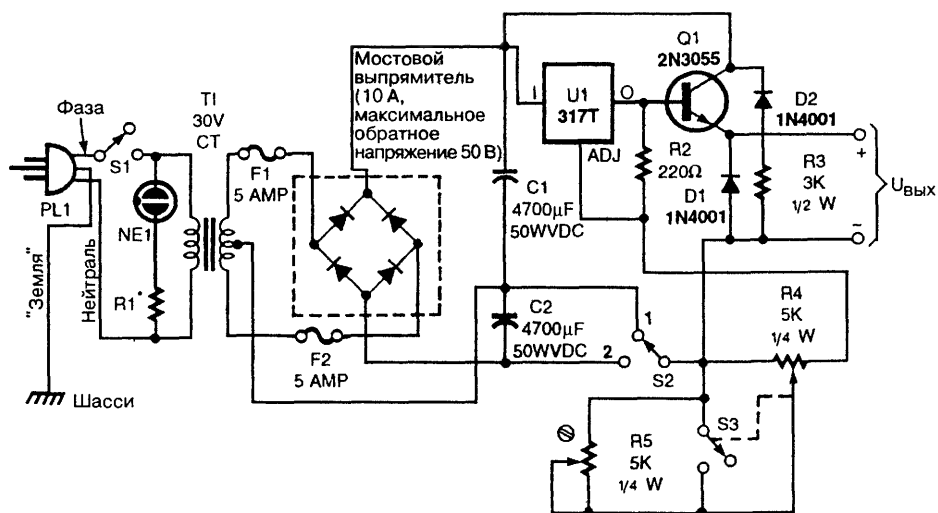


Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

увеличении пульсирующего напряжения на резисторе R2 до 5 В и более – закрываются. При открытых транзисторах на резисторе R5 образуется импульс, ширина которого зависит от соотношения резисторов делителя R1, R2. Этим же определяется и величина максимального выходного напряжения. Без обратной связи пиковое напряжение может достигать 90 В.

Для получения стабильного выходного напряжения включена цепь обратной связи, образованная элементами R6, R7 и C3, которая подает на оптрон напряжение обратного смещения. Симистор TR1 в это время заперт. Формирователь импульсов и RC-цепь обратной связи регулируют выходное напряжение, управляя состоянием проводимости оптрона IC1. Резистор R8 ограничивает ток, протекающий через оптрон, а элементы C4 и R9 обеспечивают стабильную и устойчивую работу оптрона. Резистор R10 ограничивает броски тока через симистор TR1 при включении блока питания в сеть. Конденсаторы C5, C6 и резистор R10 образуют фильтр нижних частот, который сводит к минимуму пульсации тока. Резистор R11 разряжает конденсаторы C5 и C6 при выключении блока питания.

БЛОК ПИТАНИЯ НА 10 А

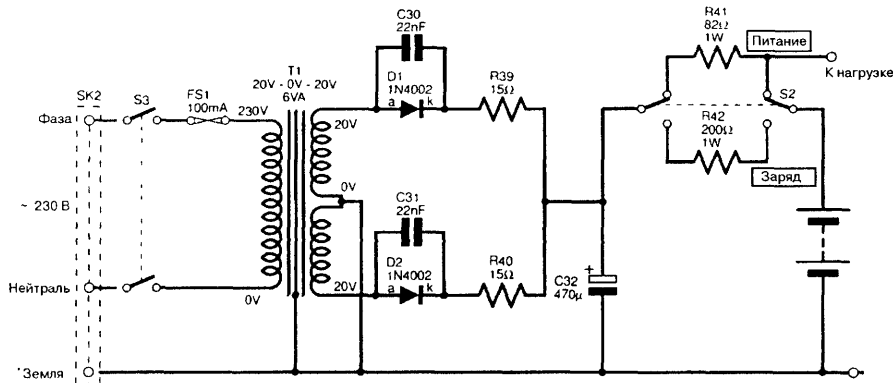


Примечание. Величина резистора R1 определяется типом использованной неоновой лампы.

Этот блок питания может обеспечить токи нагрузки до 10 А. Вторичная обмотка силового трансформатора Т1 рассчитана на напряжения 24–30 В, токи 5–10 А и имеет отвод от середины обмотки. Выпрямительный мост BR1 и конденсаторы C1 и C2 образуют схему удвоения напряжения. Выходное напряжение регулируется

цепью, состоящей из R4, R5, и S3 (выключатель S3 конструктивно объединен с резистором R4). В режиме фиксированного значения выходного напряжения резистор R4 должен иметь нулевое значение сопротивления (повернут до отказа против часовой стрелки). При этом положении резистора выключатель S3 будет разомкнут. Требуемое значение выходного напряжения (например, 12 В) устанавливается потенциометром R5. Для перехода в режим регулируемого выходного напряжения ручка переменного резистора R4 поворачивается против часовой стрелки, и выключатель S3 (в блоке с резистором) шунтирует резистор R5. В этом случае выходное напряжение плавно регулируется резистором R4. Когда двухпозиционный переключатель S2 находится в положении 1, максимальное значение выходного напряжения уменьшается в два раза. В положении 2 переключателя S2 максимальное выходное напряжение приближается к значению напряжения на вторичной обмотке трансформатора. Диоды D1 и D2 предусмотрены в схеме на случай выключения блока питания с подключенной индуктивной нагрузкой.

15-ВОЛЬТОВЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ И ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО

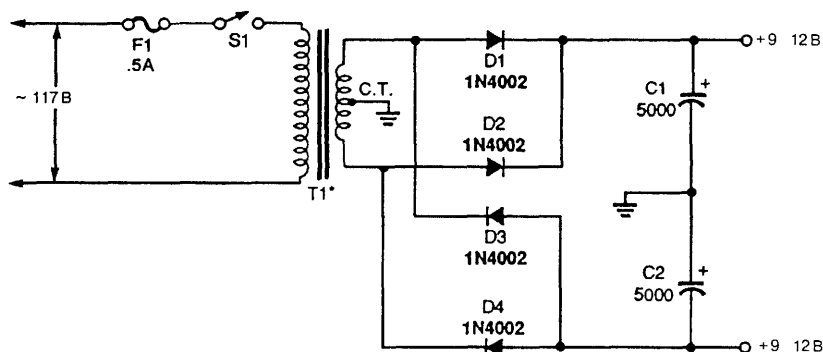


Everyday Practical Electronics

Рис. 80.17

Представленный источник питания предназначен для приемников или других потребителей со встроенными аккумуляторами, напряжение питания которых составляет 15 В, а ток не превышает 100 мА. В качестве батарейного блока используются никель-кадмиевые аккумуляторы емкостью 600 мА·ч (габаритные размеры AA), которые заряжаются током 150 или 60 мА. Выбор осуществляется переключателем S2. Для источника питания с другим значением напряжения в электросети силовой трансформатор можно заменить при условии, что его вторичная обмотка рассчитана на такое же напряжение, какое указано на схеме.

ПРОСТОЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С ДВУХПОЛЯРНЫМ ВЫХОДОМ



Popular Electronics

Рис. 80.18

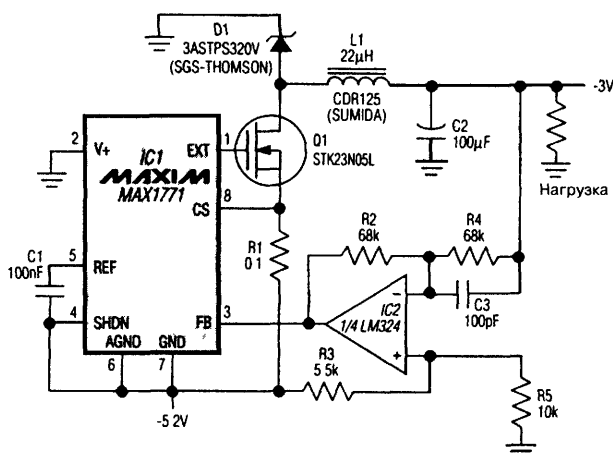
Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

На рисунке приведена схема простого источника питания для устройств, содержащих операционные усилители, логические или другие элементы, которые требуют двухполярного питания (положительного и отрицательного значений). Данная схема – стандартная, выходное напряжение не регулируется. Вторичная обмотка понижающего трансформатора T1 рассчитана на напряжение 2×12 В и ток не менее 120 мА.

ГЛАВА 81

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ – ИМПУЛЬСНЫЕ ПОНИЖАЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

ИМПУЛЬСНЫЙ ПОНИЖАЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ



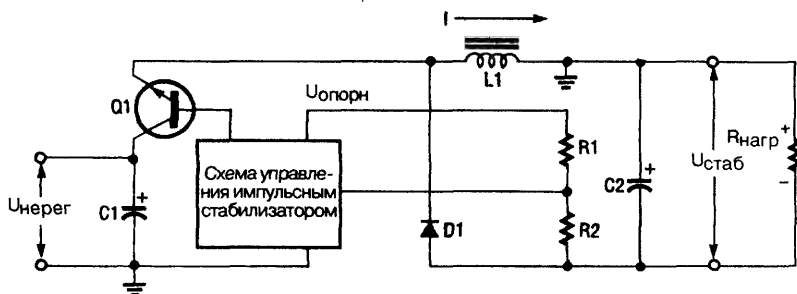
Maxim

Рис. 81.1

На рис. 81.1 приведен пример использования схемы управления импульсного преобразователя положительного постоянного напряжения в постоянное напряжение типа MAX1771 в качестве импульсного стабилизатора отрицательных напряжений. Подводимое напряжение величиной 5,2 В имеет отрицательную полярность, допустимый ток нагрузки 160–700 мА. Хотя ИС преобразователя постоянного напряжения применяется как импульсный понижающий стабилизатор, данный вариант включения позволяет эффективно управлять работой полевого транзистора Q1. Для соблюдения необходимой полярности сигнала обратной связи выходное напряжение инвертируется с помощью ОУ. Нагрузка подключена относительно точки с наивысшим положительным потенциалом питающего напряжения, а не точки

заземления ИС IC1: это позволяет увеличивать эффективность преобразования по мере повышения (относительно указанной точки) выходного напряжения V_{OUT} . ОУ изменяет полярность сигнала обратной связи, а также смещает его для согласования порогового значения 1,5 В с ИС IC1. ИС включена таким образом, чтобы режим последовательной положительной обратной связи не использовался. Это позволяет обеспечить достаточный уровень управляющего сигнала на затворе внешнего МОП транзистора Q1 (относительно уровня $-5,2$ В). Для выходного напряжения $V_{\text{OUT}} = -3$ В и выходного тока, изменяющегося от 160 до 700 мА, коэффициент полезного действия достигает 84,5% (максимально возможное значение 87,5%).

ОСНОВНАЯ СХЕМА ИМПУЛЬСНОГО ПОНИЖАЮЩЕГО СТАБИЛИЗАТОРА



Electronics Now

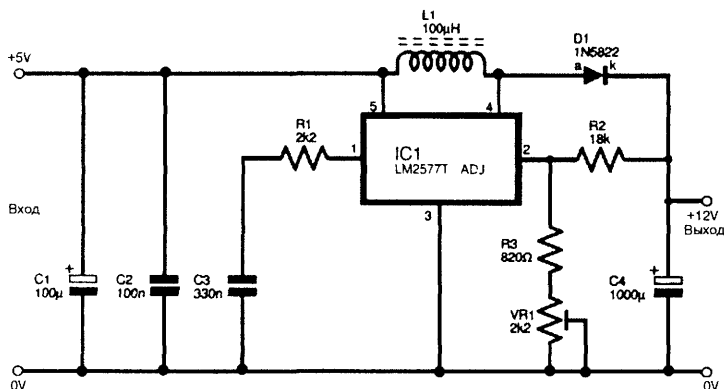
Рис. 81.2

Импульсный понижающий стабилизатор – это вариант однотранзисторного преобразователя. В схеме, представленной на рис. 81.2, входное напряжение коммутируется последовательно включенным транзистором Q1, с которого импульсы поступают на усредняющий индуктивно-емкостный фильтр (L1 и C1). Выходное напряжение на выходе этого простейшего фильтра ниже, чем входное.

ГЛАВА 82

СХЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТОЯННОЕ

ПОВЫШАЮЩИЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

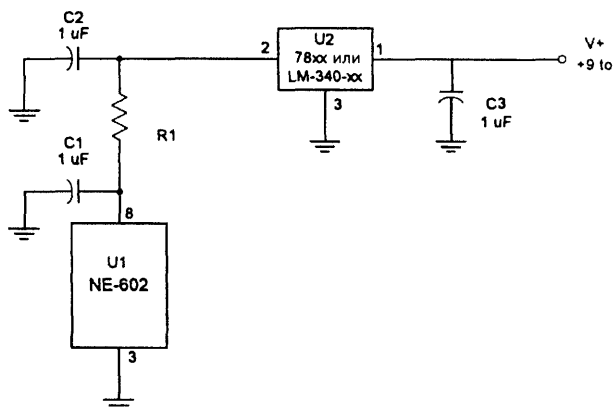


Everyday Practical Electronics

Рис. 82.1

На рис. 82.1 приведена схема повышающего преобразователя напряжения на ИС LM2577T-ADJ, при разработке которой основными критериями были простота и высокая надежность. Выходной ток микросхемы может достигать 3 А, она имеет встроенные цепи температурной защиты и защиты от перегрузки. Минимальное входное напряжение равно 3,5 В, максимальное – 40В, при превышении этой величины микросхема автоматически отключается. Входные конденсаторы C1 и C2 используются как развязывающие, а C3 и резистор R1 обеспечивают частотную компенсацию. Дроссель L1, диод D1 и встроенный ключевой транзистор ИС IC1 образуют стандартный повышающий каскад, включая сглаживающий конденсатор C4. Выходное напряжение устанавливает делитель напряжения обратной связи, состоящий из резисторов R2, R3 и переменного резистора VR1. ИС IC1 имеет встроенный источник опорного напряжения (1,2 В на выводе 2 ИС). Выходное напряжение может меняться от 9,5 до 25 В в зависимости от соотношения резисторов в делителе.

СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЫ NE602

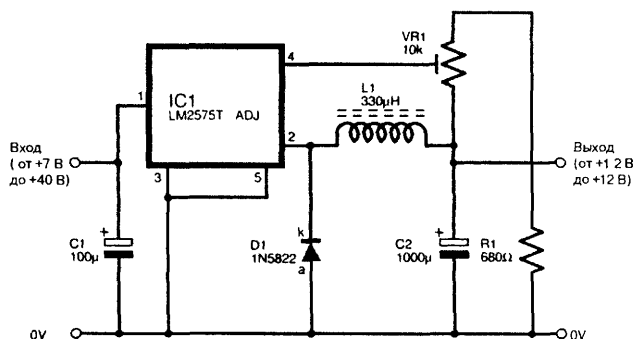


73 Amateur Radio Today

Рис. 82.2

Для питания ИС NE602 постоянным напряжением 4,5 В от напряжения 8,0 В используется схема, представленная на рис 82 2

ПОНИЖАЮЩИЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПЯЖЕНИЯ



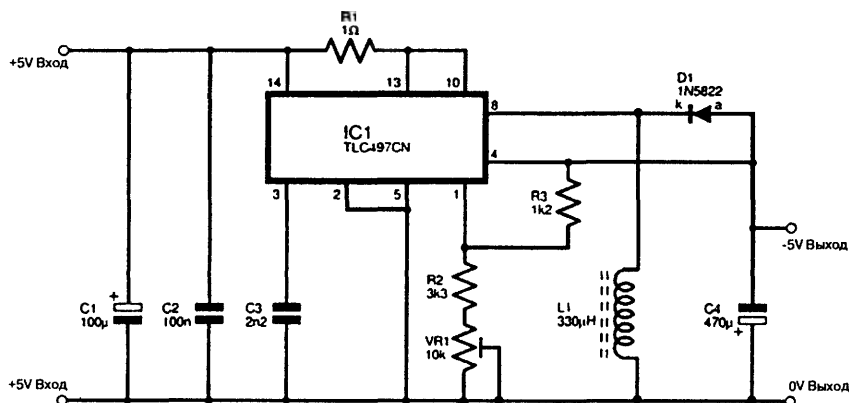
Everyday Practical Electronics

Рис. 82.3

Существует несколько вариантов исполнения ИС LM2575T, наличие индекса «ADJ» в ее маркировке означает возможность регулирования выходного напряжения. В схеме стабилизатора на рис 82 3 вывод 4 IC1 связан с инвертирующим входом усилителя ошибки. На неинвертирующий вход этого усилителя подается опорное напряжение 1,2 В. Дискретный потенциометр, подключенный к выходу схемы и к выводу 4 IC1, позволяет устанавливать любое значение выходного

напряжения, превышающее 1,2 В. (В данном случае делитель обратной связи образован переменным резистором VR1 и резистором R1.) Диапазон регулирования, обеспечиваемый VR1, составляет от 1,2 В до значения, несколько превышающего 16 В. За счет уменьшения сопротивления резистора R1 выходное напряжение может быть увеличено, однако схемы данного типа используются в основном тогда, когда существует большая разница между входным и выходным напряжениями. Следовательно, для получения выходного напряжения, превышающего 16 В, применять данную схему нецелесообразно. Максимальное входное напряжение схемы составляет 40 В.

ИСТОЧНИК ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ НАПЯЖЕНИЙ



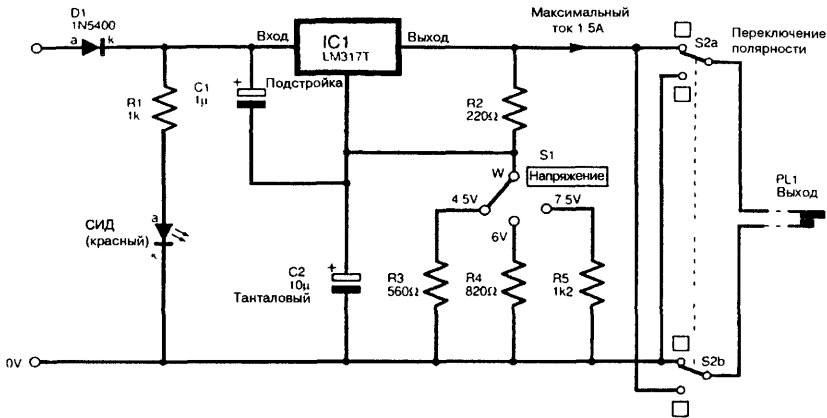
Everyday Practical Electronics

Рис. 82.4

ИС NLC497CN получила широкое распространение в схемах с небольшими токами нагрузки, ее применение целесообразно для построения источников отрицательных напряжений с токами до 150 мА. Преобразователь, собранный на данной микросхеме, показан на рис. 82.4. При входном напряжении более 10 В эффективность схемы несколько превышает 50%, однако резко уменьшается при снижении напряжения питания до 5 В. Конденсаторы C1 и C2 являются разделительными по входному питанию. Резистор R1 ограничивает ток ИС IC1, поскольку в случае возникновения больших токов в нагрузке отсутствие ограничивающего резистора приведет к выгоранию ИС IC1. Конденсатор C3 задает частоту в генераторе ШИМ. В ИС TLC497CN используются импульсы постоянной длительности, а для регулирования среднего значения выходного напряжения – изменение тактовой частоты.

МИНИАТЮРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

На рис. 82.5 приведена схема источника питания на три фиксированных напряжения: 4,5, 6 и 7,5 В. Источник питания может действовать от батареи с напряжением

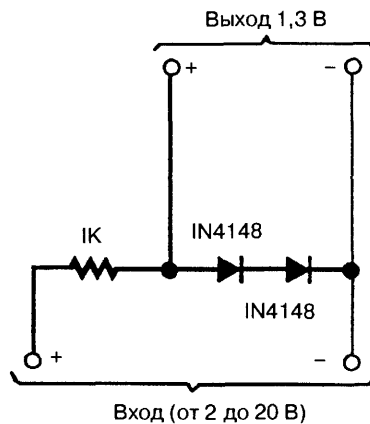


Everyday Practical Electronics

Рис. 82.5

12 В (например, от автомобильного аккумулятора). Интегральные стабилизаторы типа LM317 имеют защиту от короткого замыкания и перегрева и обеспечивают надежную работу. Кроме того, диод D1 защищает схему от неправильной полярности входного напряжения. Источник питания может вырабатывать ток до 1,5 А. Интегральная микросхема LM317 обязательно должна быть смонтирована на теплоотводе площадью не менее 100 см² (в крайнем случае привернута через изолирующую прокладку к металлическому корпусу).

НИЗОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК

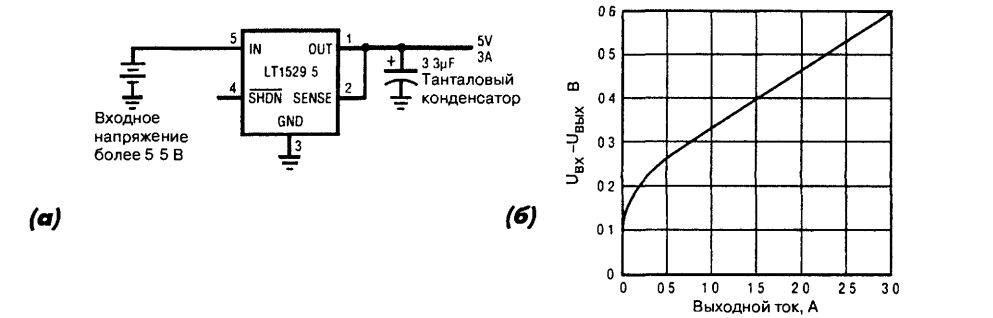


Electronics Now

Рис. 82.6

На рис. 82.6 показана схема стабилизатора на напряжение 1,3 В, который предназначен для питания ИС ZN411.

СТАБИЛИЗАТОР НА ТОК ДО 3 А С МАЛЫМ ПАДЕНИЕМ НАПЯЖЕНИЯ И ТОКОМ ПОКОЯ 50 мКА



Linear Technology

Рис. 82.7

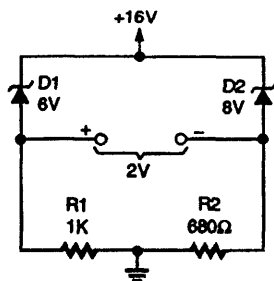
Таблица к рис. 82.7

Напряжение на управляющем входе 4 интегральной микросхемы, В	Состояние на выходе интегральной микросхемы
Менее 0,25 В	Выкл
Более 2,8 В	Вкл
Вывод не подключен	Вкл

На рис. 82.7а представлена схема стабилизатора напряжения на ИС LT1529. Данная ИС характеризуется следующими параметрами. прямое падение напряжения при токе 3 А не превышает 0,6 В, ток покоя равен 50 мкА. Кроме того, она позволяет отключать нагрузку внешним сигналом, ток в цепи управления составляет 16 мкА. Стабилизатор переводится в выключенное состояние с помощью подачи на вывод 4 потенциала низкого уровня (не более 0,25 В) или соединения его с корпусом (GND). Эти свойства делают привлекательным применение ИС LT1529 в схемах с питанием от батарей, где существенным фактором является продолжительность их срока службы. При токе нагрузки 1,5 А прямое падение напряжения составляет всего 0,43 В (рис. 82.7б). ИС не требует применения дополнительных защитных диодов при неверной полярности подключаемых батарей. Целесообразно использовать ИС LT1529 в схемах резервного питания или в схемах, на выходе которых имеется остаточное напряжение.

ИСТОЧНИК ОПОРНОГО НАПЯЖЕНИЯ НА 2 В

Отсутствие полупроводниковых стабилизаторов с рабочими напряжениями менее 3–4 В порождает проблему создания низковольтных источников опорного напряжения

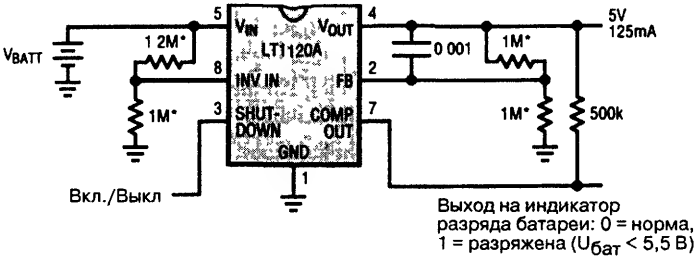
*Popular Electronics***Рис. 82.8**

(ИОН). На рисунке приведена схема стабильно работающего ИОН на 2 В, в которой используются стабилитроны D1 и D2 с напряжениями стабилизации 6 и 8 В. Возможные температурные нестабильности напряжения почти полностью компенсируются двумя цепями, содержащими стабилитроны, что по сравнению со схемой, содержащей один стабилитрон, делает функционирование схемы опорного напряжения более стабильной и точной. Замена в предлагаемой схеме стабилитронов D1 и D2 приборами с другими рабочими напряжениями позволяет получить источники различных опорных напряжений.

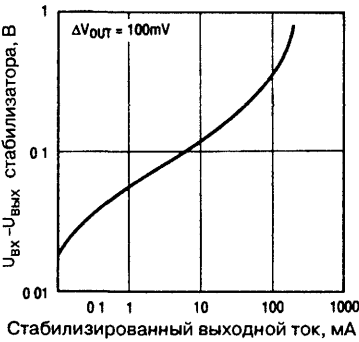
ЭКОНОМИЧНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР С ТОКОМ ПОКОЯ 20 МКА

Своевременное получение информации о том, что батареи разряжены, позволяет срочно принять меры и не утратить ценную информацию. Интегральная микросхема LT1120A при использовании в качестве стабилизатора характеризуется малым потреблением и малым падением прямого напряжения. Кроме того, в ней имеется детектор разряда батарей, причем в обоих вариантах конструктивного исполнения микросхемы: как в 8-выводном корпусе с двухрядным расположением выводов (DIP), так и в корпусе транзисторного типа. Схема стабилизатора (рис. 82.9a) обеспечивает напряжение на выходе от 2,5 до 20 В при токе нагрузки до 125 мА. Малая величина прямого падения напряжения (около 0,6 В) снижает требования к величине входного напряжения батареи (рис. 82.9б), а малое значение тока покоя (максимум 40 мкА) значительно увеличивает ее срок службы. ИС LT1120A имеет дополнительные функции: логический вход схемы SHUT-DOWN может отключать питание нагрузки, а встроенный источник эталонного напряжения 2,5 В – питать резервные цепи с небольшим потреблением, расположенные как со стороны нагрузки, так и со стороны входа. Кроме того, ИС предотвращает протекание больших переходных токов при отключении. В схеме используются пленочные металлизированные резисторы с точностью 1%.

(а)



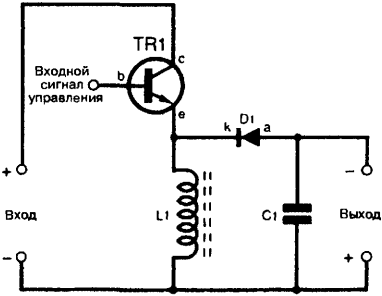
(б)



Linear Technology

Рис. 82.9

ИНВЕРТИРУЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЯ

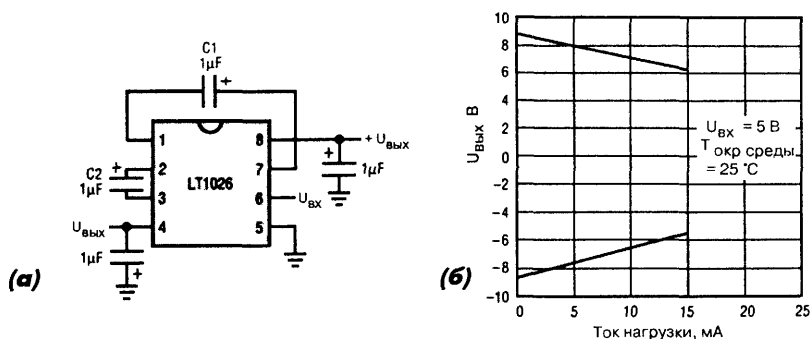


Everyday Practical Electronics

Рис. 82.10

На рис. 82.10 представлена схема, поясняющая работу инвертирующего преобразователя постоянного положительного напряжения в отрицательное.

ЕМКОСТНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЯ



Linear Technology

Рис. 82.11

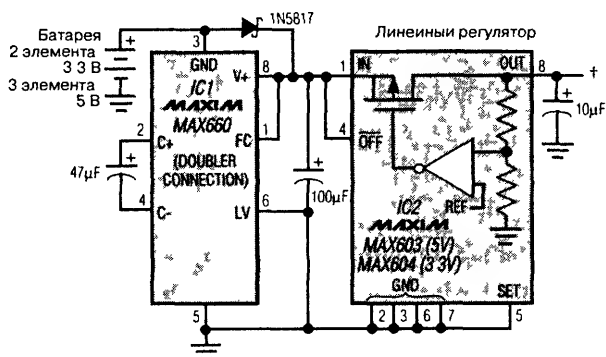
Наличие шин питания с противоположными по знаку напряжениями часто бывает необходимо для питания ОУ, преобразователей данных и ряда других элементов схем. С этой целью можно использовать схему преобразователя с переключаемыми конденсаторами, как более простую и достаточно эффективную. Представленная на рис. 82.11а схема на ИС LT1026 очень удобна для создания источников питания логических интегральных схем с напряжением $\pm 5\text{V}$ и двухполярными выходами. Зависимость изменения выходного напряжения схемы от тока нагрузки приведена на графике (рис. 82.11б). Диапазон изменения двухполярных напряжений составляет от $\pm 9\text{V}$ (минимальный ток нагрузки) до $\pm 6\text{V}$ (ток нагрузки 15mA). Преобразованные напряжения используются для совместного питания как входных, так и выходных цепей схемы, без смещения по уровню, связи по переменной составляющей или ограничителей сигналов. Так как ИС LT1026 выпускается в плоском корпусе с двухрядным расположением выводов, вся схема может быть смонтирована с применением поверхностного монтажа и танталовых или керамических конденсаторов.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ МИКРОСХЕМА ПОВЫШАЮЩЕГО ТИПА В ИНВЕРТИРУЮЩЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ НАПЯЖЕНИЯ

Достаточно популярная ИС повышающего типа MAX641BCPA может быть использована в источнике питания отрицательной полярности, схема которого приведена на рис. 82.12. Данная микросхема предназначена для работы с трехвольтовыми батареями. Для применения этой микросхемы в качестве инвертирующего преобразователя необходимо изменить функциональное назначение ряда ее выводов. Дело в том, что монитор контроля питания применяется как усилитель обратной связи, инвертирующий вход (вывод 1) – как вход сигнала обратной связи

На рис 82 13 представлена схема, поясняющая работу повышающего преобразователя постоянного напряжения в постоянное

ПОВЫШАЮЩИЙ КОНДЕНСАТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ СО СТАБИЛИЗАЦИЕЙ



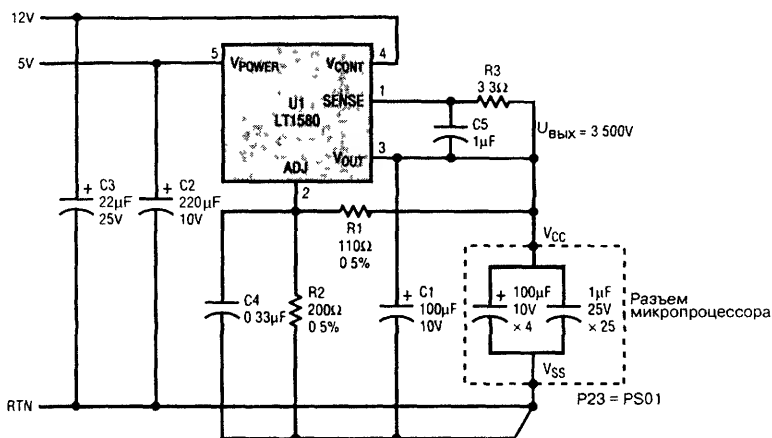
Maxim

Рис. 82.14

В данной схеме преобразование энергии осуществляется без индуктивности за счет перекачки заряда. Другая возможность схемы – регулирование напряжения интегральной микросхемой IC2 при умеренных значениях тока нагрузки. Как правило, в интегральных микросхемах регулирование осуществляется либо как линейное, либо за счет управления перекачкой заряда. При использовании линейного режима снижается уровень выходных шумов, что создает более благоприятные условия, например в цепях смещения полевых транзисторов на арсениде галлия (GaAs), применяемых в ВЧ усилителях. Введение в конденсаторный преобразователь стабилизации напряжения (с помощью управляемого сопротивления переключения) обеспечивает более низкие значения выходных токов при заданных размерах кристалла (или его стоимости), так как в ИС в этом случае не входит регулирующий транзистор. В предложенной схеме ИС конденсаторного преобразователя IC1 работает по принципу накачки заряда, коммутируя с высокой частотой внешний конденсатор, в режиме удвоителя напряжения. Преобразованное напряжение стабилизируется микросхемой IC2 с последовательным регулирующим транзистором. Следует отметить, что при использовании ИС стабилизатора MAX603 входное напряжение должно быть равно 5 В (3 элемента), а для микросхемы MAX604 – 3,3 В (2 элемента).

БЛОК ПИТАНИЯ ЦЕПЕЙ СМЕЩЕНИЯ ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА НА АРСЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

В выходных каскадах телефонов сотовой связи и других мобильных телекоммуникационных устройств используются ВЧ полевые транзисторы на арсениде галлия.



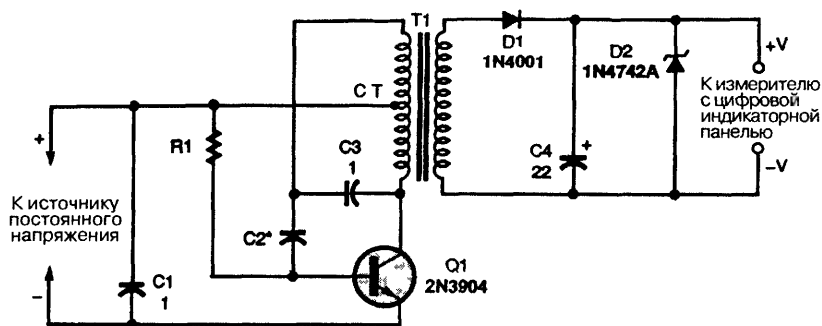
Linear Technology

Рис. 82.16

транзистора (V_{POWER}) и питание схемы управления (V_{CONT}). При отсутствии источника питания 12 В вывод ИС V_{CONT} может подключаться к источнику 5 В. Для устойчивого регулирования минимальное входное напряжение при таком включении составляет 4,80 В. При соединении вывода V_{CONT} с источником питания с напряжением, превышающим выходное минимум на 1,3 В, наименьшее входное напряжение для устойчивой работы должно составлять 4,30 В. Данная схема ограничивает изменения выходного напряжения переходного процесса при бросках тока нагрузки от 200 мА до 4 А значением 65 мВ (размах). Дополнительно микросхема LT1580 имеет вход, позволяющий уменьшить нестабильность выходного напряжения при любом изменении токов нагрузки. Он подключается непосредственно к нагрузке. Поэтому в переходном режиме для микросхемы LT1580 изменение напряжения на нагрузке при изменении тока на 3,8 А составляет 88,7 мВ (при $R_3 = 0$ Ом). Резистор R_3 сопротивлением 3,3 Ом добавлен с целью частичного регулирования напряжения на нагрузке. Величины сопротивлений делителя обратной связи выбраны такими, чтобы значение выходного напряжения без нагрузки устанавливалось немногим больше 3,5 В, а при нагрузке 4 А – чуть ниже 3,5 В.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПОСТОЯННОГО НАПЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ

Достаточно часто измеритель с цифровой индикацией используется в высоковольтных цепях. Приведенный на рис. 82.17 преобразователь для питания измерителей обеспечивает постоянное напряжение в диапазоне 9–12 В с гальванической развязкой.

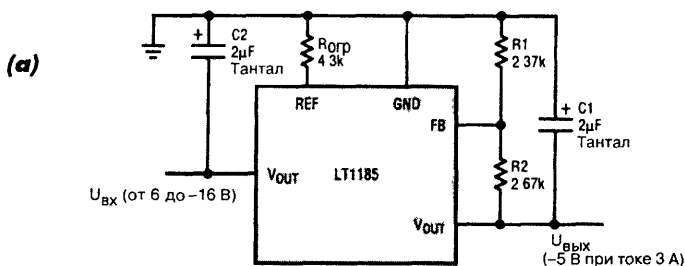


Popular Electronics

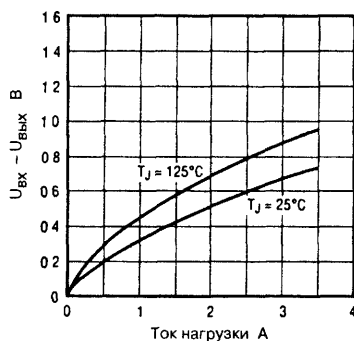
Рис. 82.17

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

СТАБИЛИЗАТОР ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

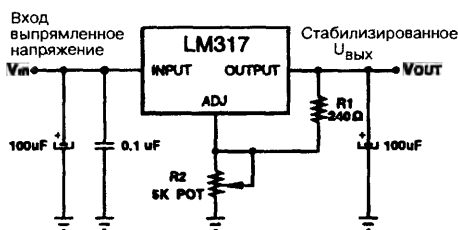


(б)



Применение универсальной ИС LT1185 позволяет построить стабилизатор отрицательных напряжений с минимальным падением напряжения. Схема, представленная на рис 82 18а, обеспечивает минимальное напряжение между входом и выходом не более 1,2 В при токе нагрузки до 3 А (зависимость напряжения между входом и выходом от тока нагрузки I_H представлена на рис 82 18б). При конструктивном исполнении ИС в корпусе типа ТО-220 один из пяти выводов служит для установки определенного максимального тока нагрузки, который рассчитывается из соотношения $15 \text{ кОм} / R_{огр} = 3,5 \text{ А}$. Хотя микросхема LT1185 предназначена для стабилизации отрицательных напряжений, она может быть использована и в качестве стабилизатора «плавающих» положительных напряжений. Выходное напряжение допустимо устанавливать в пределах 2,3–30 В.

ОСНОВНАЯ СХЕМА ВКЛЮЧЕНИЯ МИКРОСХЕМЫ LM317



Nuts and Volts

Рис. 82.19

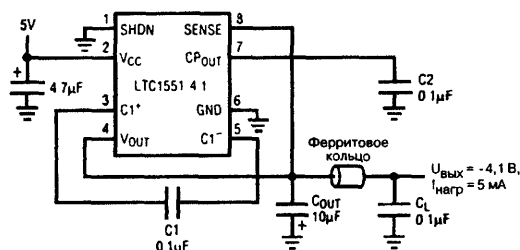
На упрощенной схеме включения ИС стабилизатора LM317 выходное напряжение определяется резисторами R1 и R2 (рекомендуемое значение R2 составляет 240 Ом). Величина стабилизированного выходного напряжения рассчитывается по эмпирическому соотношению $V_{OUT} = 1,25 (1 + R2/R1)$.

ГЕНЕРАТОР НАПЯЖЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ФЛЭШ-ПАМЯТИ

Общим требованием для портативных систем и PCMCIA-карт персональных компьютеров является наличие источника напряжения 12 В для программирования флэш-памяти. ИС LT1109-12 служит преобразователем постоянного напряжения и значительно упрощает поставленную задачу, занимая при этом всего лишь 4,8 см² площади на плате ПК. ИС LT1109-12 поставляется в малогабаритном 8-выводном корпусе, и для преобразователя с напряжением 12 В необходимо использовать всего три навесных элемента (рис 82 20а). При напряжении 12 В схема обеспечивает ток программирования до 80 мА (рис 82 20б), достаточный для одновременного программирования двух устройств флэш-памяти. В ждущем режиме схема потребляет не более 320 мкА и обеспечивает плавный, без бросков, переход выходного напряжения от 5 к 12 В.

ADJ (подстройка), позволяет уменьшить в два раза величину емкости фильтра, необходимого для защиты от больших переходных токов.

ИСТОЧНИК НАПЯЖЕНИЯ СМЕЩЕНИЯ ДЛЯ АРСЕНИДО-ГАЛЛИЕВЫХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ

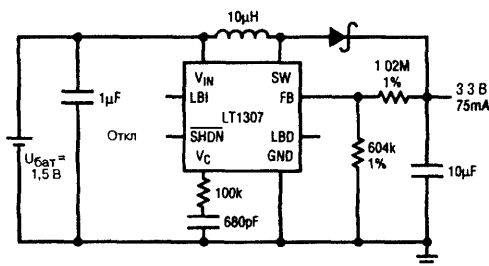


Linear Technology

Рис. 82.22

Интегральные микросхемы LTC1550 и LTC1551CS8-4.1 представляют собой емкостные преобразователи напряжения, позволяющие получать стабилизированное выходное напряжение – 4,1 В с токами нагрузки до 20 мА. Встроенный линейный стабилизатор уменьшает пульсации выходного напряжения до величины менее 1 мВ, что позволяет применять эти ИС в цепях смещения полевых GaAs транзисторов, используемых в передатчиках портативных и мобильных телефонов сотовой связи. Питательное напряжение может меняться от 4,5 до 6,5 В (но не более 7 В). В схеме имеются четыре внешних небольших навесных конденсатора, а выбор частоты 900 кГц позволяет исключить помехи на промежуточной частоте в диапазоне 400–600 кГц, часто применяемом в ВЧ системах.

ИМПУЛЬСНЫЙ ИСТОЧНИК С ВХОДНЫМ НАПЯЖЕНИЕМ 1 В И ЧАСТОТОЙ 600 КГЦ

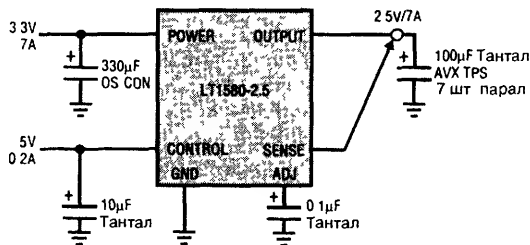


Linear Technology

Рис. 82.23

Схема, представленная на рис. 82.23, при использовании микросхемы LT1307 позволяет получать напряжение 5 В с током нагрузки 40 мА (либо 3,3 В и ток 75 мА). В качестве источника входного напряжения применяется один гальванический элемент типа АА. Рабочая частота преобразователя составляет 600 кГц, ток потребления в режиме ожидания (покоя) не превышает 60 мкА. В микросхеме имеется индикатор разряда батареи (вывод LBI).

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА 2,5 В И 7 А



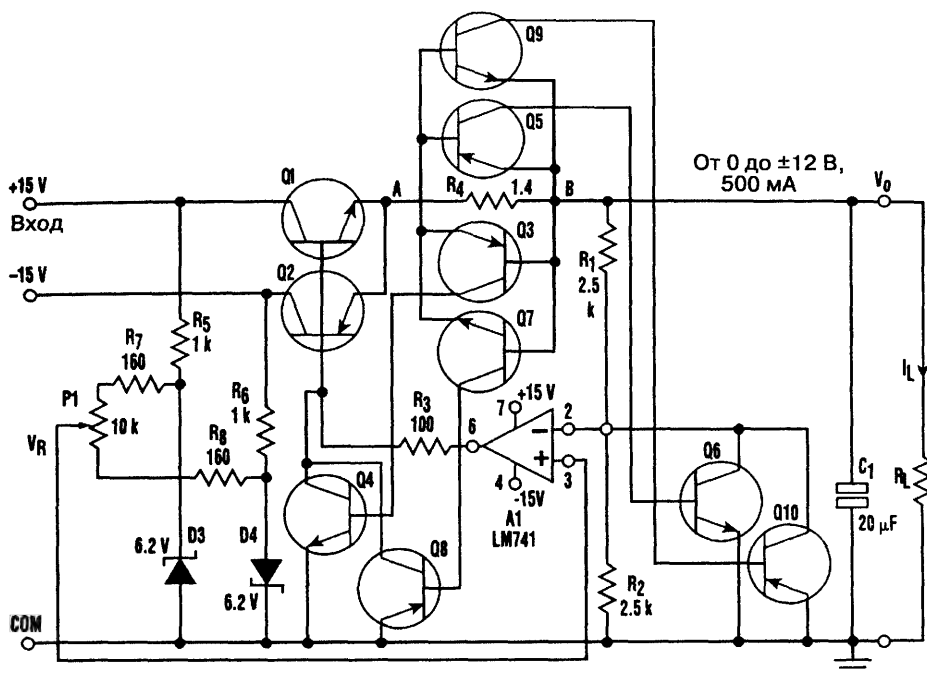
Linear Technology

Рис. 82.24

В последних разработках микропроцессоров применяются более низкие напряжения питания, что позволило значительно повысить тактовую частоту и привело к увеличению потребляемых схемами токов. Ряд микропроцессоров следующего поколения будет использовать напряжение питания 2,5 В, что потребует увеличения токов до 5 А и более. На рис. 82.24 приведена схема источника питания на основе ИС LT1580-2.5, имеющая самое низкое прямое падение напряжения (не превышает 0,6 В) среди стабилизаторов с током 7 А. Это позволяет понижать стандартное напряжение 3,3 В источника питания до 2,5 В. С целью получения малого прямого падения напряжения применяется дополнительный маломощный источник питания с напряжением, превышающим требуемое выходное напряжение (2,5 В) на 1,3 В. Как правило, системный блок питания обеспечивает напряжение 5 В с током до 200 мА. ИС LT1580-2.5 характеризуется малым временем переходных процессов при скачках тока нагрузки, используя минимальное число навесных конденсаторов. Встроенный источник опорного напряжения, имеющий точность $\pm 0,5\%$ и температурную компенсацию, позволяет обеспечить высокую стабильность выходного напряжения.

СТАБИЛИЗАТОР НАПЯЖЕНИЯ: ИСТОЧНИК И ПОТРЕБИТЕЛЬ

На рис. 82.25 приведена схема стабилизатора с регулируемым выходным напряжением от -12 до $+12$ В (с переходом через нулевое значение). Схема при любом значении напряжения может переходить из режима источника напряжения в режим



Electronic Design

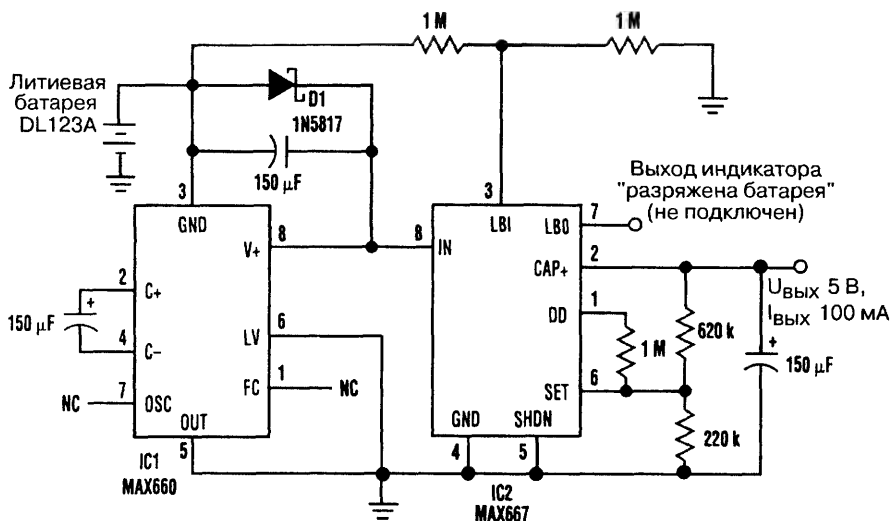
Рис. 82.25

Примечание. Транзисторы Q1 – 2N3055; Q2 – 2N955; Q3, Q5, Q8, Q10 – 2N1907; Q4, Q6, Q7, Q9 – 2N2222. Диоды D3 и D4 – 1N753.

ограничения тока и наоборот. Основной стабилизатор состоит из ОУ (A1), последовательных регулирующих транзисторов Q1, Q2, источника опорного напряжения (P1) с делителем напряжения (R1, R2). Остальные элементы схемы образуют цепи защиты стабилизатора от токов короткого замыкания. Опорное напряжение (V_R) поступает на ОУ со стабилитронов D1 и D2, 10-оборотный потенциометр (P1) изменяет его в пределах от -6 до $+6$ В. Выходное напряжение V_0 определяется соотношением $V_0 = V_R (1 + R1/R2)$. Так как $R1 = R2$, выходное напряжение может меняться от 0 до ± 12 В. При положительном значении V_0 (стабилизатор является источником напряжения и ток нагрузки I_L положительный) на базу транзистора Q1 подается напряжение $V_0 = +0,7$ В, то есть Q1 открыт. В случае если V_0 положительно, а сопротивление нагрузки подключено к источнику с напряжением, превышающим V_0 , стабилизатор вынужден будет потреблять ток (I_L отрицательный). Транзистор Q2 открыт, через него протекает ток потребителя, ОУ A1 поддерживает на базе Q2 напряжение $V_0 = 0,7$ В. Аналогичный ход рассуждений применим для случая отрицательных значений выходного напряжения. Электролитический неполярный конденсатор C1 предотвращает переход схемы в режим генерации. Резистор R4 используется в качестве чувствительного элемента для режимов защиты

схемы от токов короткого замыкания и ограничивает выходной ток величиной 550 мА. Для положительных значений V_0 и I_L (стабилизатор работает как источник) при достижении значения тока 500 мА падение напряжения на R4 достигает 0,7 В и смещает в прямом направлении эмиттерно-базовый переход транзистора Q3. Этот транзистор открывается и подает напряжение смещения на базу Q4. Из-за падения напряжения на R3 Q4 переходит в режим насыщения и закорачивает базу Q1 на «землю», обнуляя выходное напряжение и ограничивая тем самым ток через Q1 величиной 500 мА. То же происходит и при положительном V_0 и отрицательном I_L (режим потребления стабилизатора), когда ток достигает значения 500 мА, напряжение V_{AB} становится равным -0,7 В и смещает в прямом направлении эмиттерно-базовый переход Q5. Это вызывает переход в режим насыщения Q6 и замыкание на «землю» инвертирующего входа ОУ. Так как на неинвертирующем входе напряжение равно V_R (причем оно положительно), напряжение на выходе стабилизатора начинает повышаться вплоть до +15 В, что не позволяет транзистору Q2 пропускать ток более 500 мА. При отрицательном значении напряжения V_0 и отрицательном токе I_L защиту от токов короткого замыкания обеспечивают транзисторы Q7 и Q8, а когда напряжение V_0 отрицательно и ток I_L положителен – Q9 и Q10.

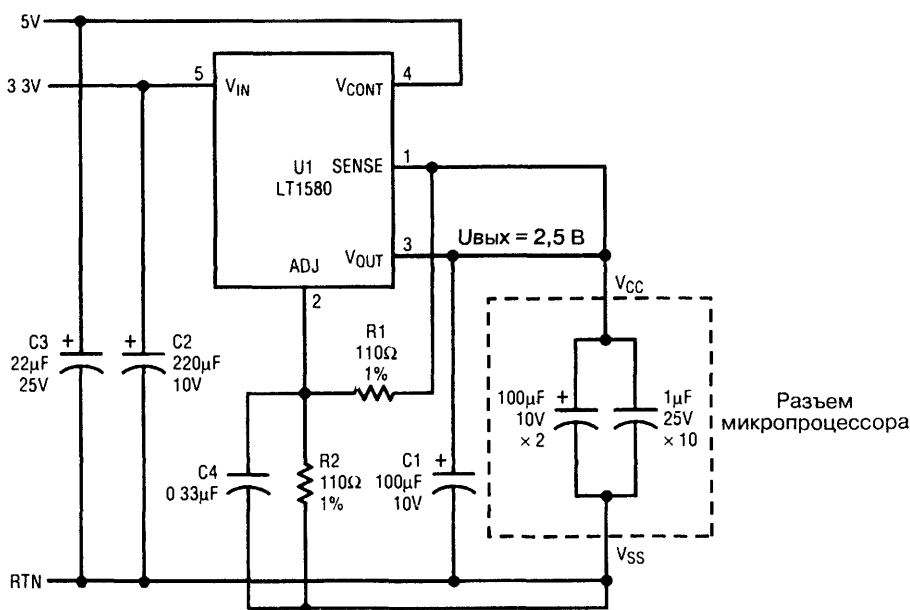
ЭФФЕКТИВНЫЙ ПОВЫШАЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЯ

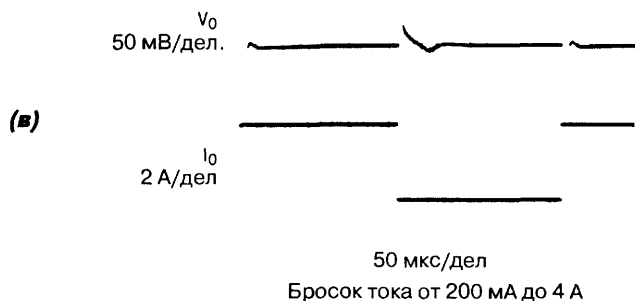
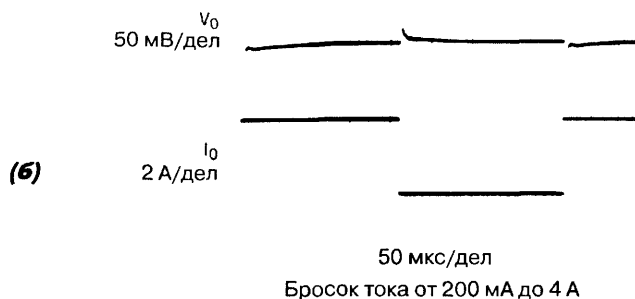


На базе двух ИС, имеющих по 8 выводов, построена схема повышающего преобразователя, трансформирующего напряжение 3 В от одной литиевой батареи в 5 В,

и обеспечивающего ток в нагрузке до 100 мА. Схема, представленная на рис. 82.26, не содержит ни индуктивностей, ни трансформаторов и в режиме покоя потребляет ток 200 мкА. При входном напряжении $U_{ВХ} = 3$ В коэффициент полезного действия схемы составляет 81% для тока нагрузки 100 мА и 84% – для 20 мА. Эффективность преобразования возрастает при снижении входного напряжения: при $U_{ВХ} = 2,7$ В (напряжение батареи под нагрузкой на большем протяжении срока ее службы) коэффициент полезного действия составляет 90% при токе нагрузки 40 мА. Напряжение литиевой батареи (элемент Duracell DS123A, размер 2/3 А) удваивается схемой емкостного преобразователя (IC1). Диод с барьером Шоттки (D1) обеспечивает первоначальный запуск схемы и не влияет на эффективность преобразования, так как через него не проходит ток в основном режиме работы преобразователя. ИС IC2 – линейный регулятор с малым падением напряжения (40 мВ при токе нагрузки $I_{ВЫХ} = 40$ мА). При таком токе нагрузки и при условии снижения выходного напряжения схемы $U_{ВЫХ} \geq 4,5$ В обеспечивается срок эксплуатации батареи не менее 16 ч. Снижение тока нагрузки до 20 мА увеличивает срок эксплуатации батареи до 36 ч.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА LT1580





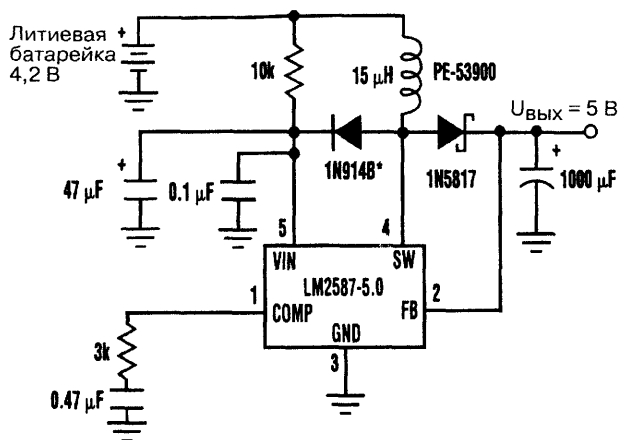
Linear Technology

Рис. 82.27 (б,в)

На рис. 82.27а показана схема преобразователя напряжения 3,3 в 2,5 В, выполненная на основе микросхемы LT1580 с использованием дополнительного источника питания 5 В в цепи управления. На рис. 82.27б приведены осциллограммы переходного процесса при броске тока от 200 мА до 4,0 А в случае подключения развязывающего конденсатора емкостью 0,33 мкФ к подстроечному выводу микросхемы (ADJ). Аналогичные осциллограммы без такого конденсатора представлены на рис. 82.27в. Заметные различия в переходных характеристиках послужили причиной использования вывода ADJ ИС в преобразователях с фиксированным напряжением. Некоторую экономию средств можно получить, заменив на этом выводе дорогой выходной развязывающий конденсатор на небольшой керамический.

КОНВЕРТЕР НА ОДНОЙ БАТАРЕЙКЕ

Выходное напряжение 5 В от одной литиевой батарейки позволяет получить преобразователь, схема которого приведена на рис. 82.28. Перед включением схемы



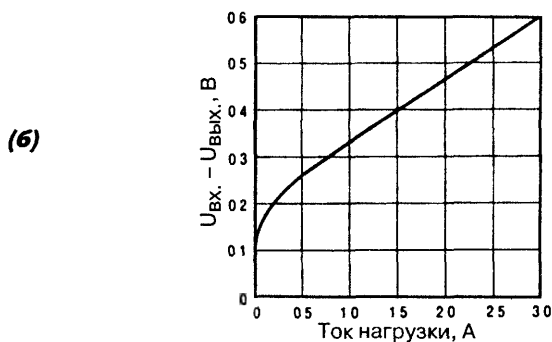
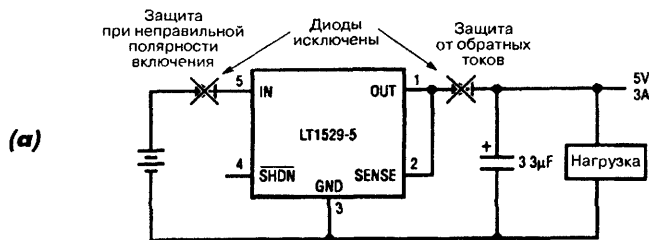
Electronic Design

Рис. 82.28

напряжение литиевой батарейки составляет 4,2 В, что превышает значение напряжения 3,75 В, являющееся нижним предельным напряжением отключения ИС LM2587. После включения схема преобразователя напряжения продолжает работать даже в том случае, если напряжение батарейки после запуска ниже предельного значения напряжения отключения микросхемы. Уровень, до которого может снизиться входное напряжение, зависит от тока потребления в нагрузке. Естественно, что схема способна питаться от различных типов батарей. Допустимо использовать три щелочных, четыре никель-кадмиевых либо два литиевых элемента. При включении напряжения в схеме ток через резистор 10 кОм заряжает входной конденсатор емкостью 47 мкФ и обеспечивает запуск ИС LM2587. Сразу после запуска напряжение на вход ИС LM2587 и на входной конденсатор подается от вывода 4 (SW) ИС через диод 1N914B. Затем на входе ИС устанавливается напряжение, равное разности выходного и падения напряжения на диоде. Для схемы преобразователя с выходным напряжением 5 В напряжение на входе ИС после ее запуска устанавливается равным 4,5 В. Оно остается таким даже в случаях, когда входное напряжение преобразователя становится ниже 3,75 В. Входное напряжение может уменьшиться до 1,25 В, когда преобразователь обеспечивает выходной ток 250 мА. В случае если диод 1N914B заменить диодом Шоттки 1N5817, то при 2,4 В коэффициент полезного действия составит 84%.

МИКРОМОЩНЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР НА 5 В

В системах с батарейным питанием и с периодическим потреблением больших токов между длительными режимами ожидания требуется линейный стабилизатор



Linear Technology

Рис. 82.29

Таблица к рис. 82.29

Напряжение на управляющем входе 4 интегральной микросхемы, В	Состояние на выходе интегральной микросхемы
Менее 0,25 В	Выкл
Более 2,8 В	Вкл
Вывод не подключен	Вкл

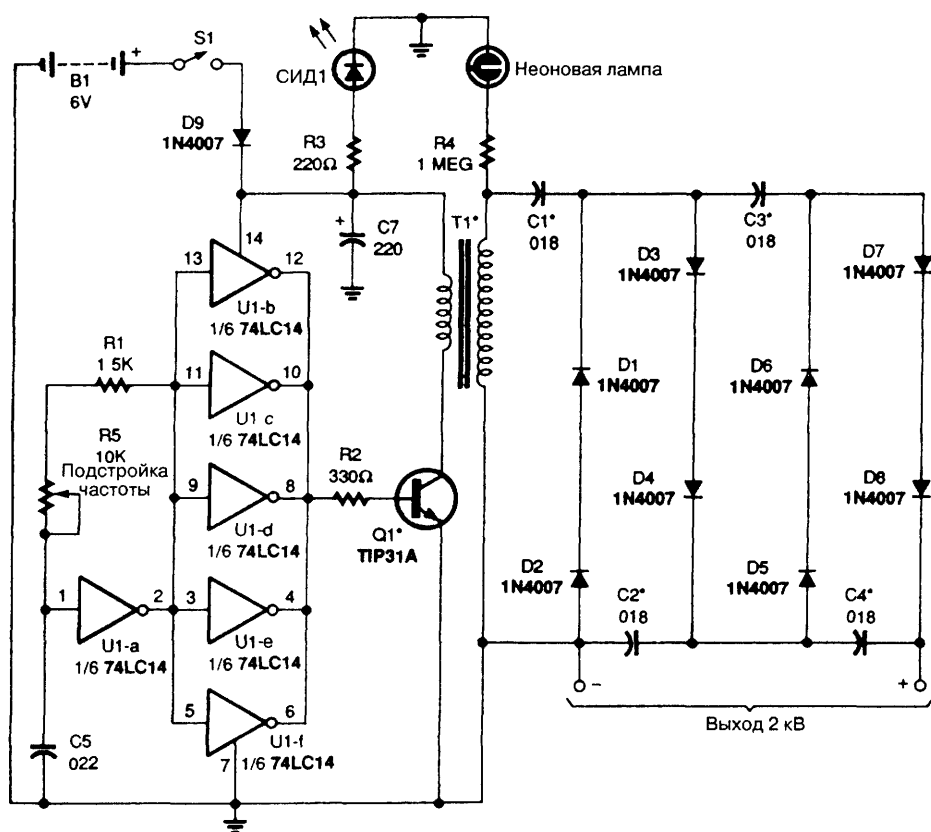
с очень малым потреблением в режиме покоя, обладающий функцией отключения (экономии) питания. В частности, это касается схем питания дисководов портативных ПК, передатчиков портативных радиомодемов, электродвигателей периферийных устройств, используемых периодически. ИС LT1529 характеризуется большим выходным током (до 3 А), током покоя 50 мкА и током отключения 16 мкА. Отключение происходит при подаче на вывод 4 (SHON) напряжения меньше 0,25 В. Как показано на рис. 82.29а, ИС требует минимального числа дополнительных навесных элементов. При выходном токе 3 А падение напряжения между входом и выходом составляет 0,6 В (см. рис. 82.29б). Малое падение напряжения

очень важно для систем с батарейным питанием, когда нужно получить максимальную отдачу энергии. При сбоях наблюдается плавное уменьшение выходного напряжения, которое будет изменяться за входным. Ток покоя в LT1529 при сбоях возрастает незначительно, в отличие от ситуации, характерной для большинства rpr-стабилизаторов с малым падением напряжения.

ГЛАВА 83

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

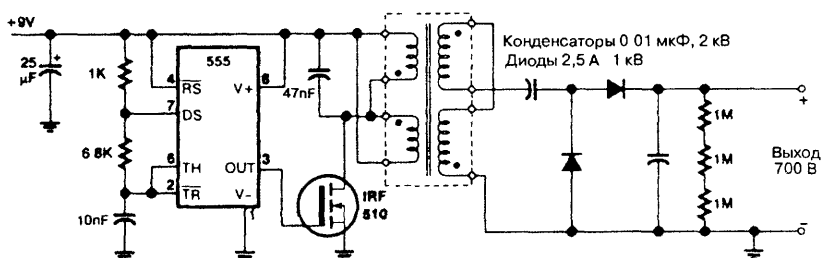
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ



Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

В схеме преобразователя (рис. 83.1) для получения высокого напряжения (2 кВ) от четырех батареек типа С применяется повышающий трансформатор. Отношение числа витков первичной и вторичной обмоток обеспечивает коэффициент трансформации от 50 до 100. Для изготовления трансформатора можно использовать строчный трансформатор от старого черно-белого телевизора.

СЛАБОТОЧНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С НАПЯЖЕНИЕМ 700 В ДЛЯ СЧЕТЧИКА ГЕЙГЕРА



Electronics Now

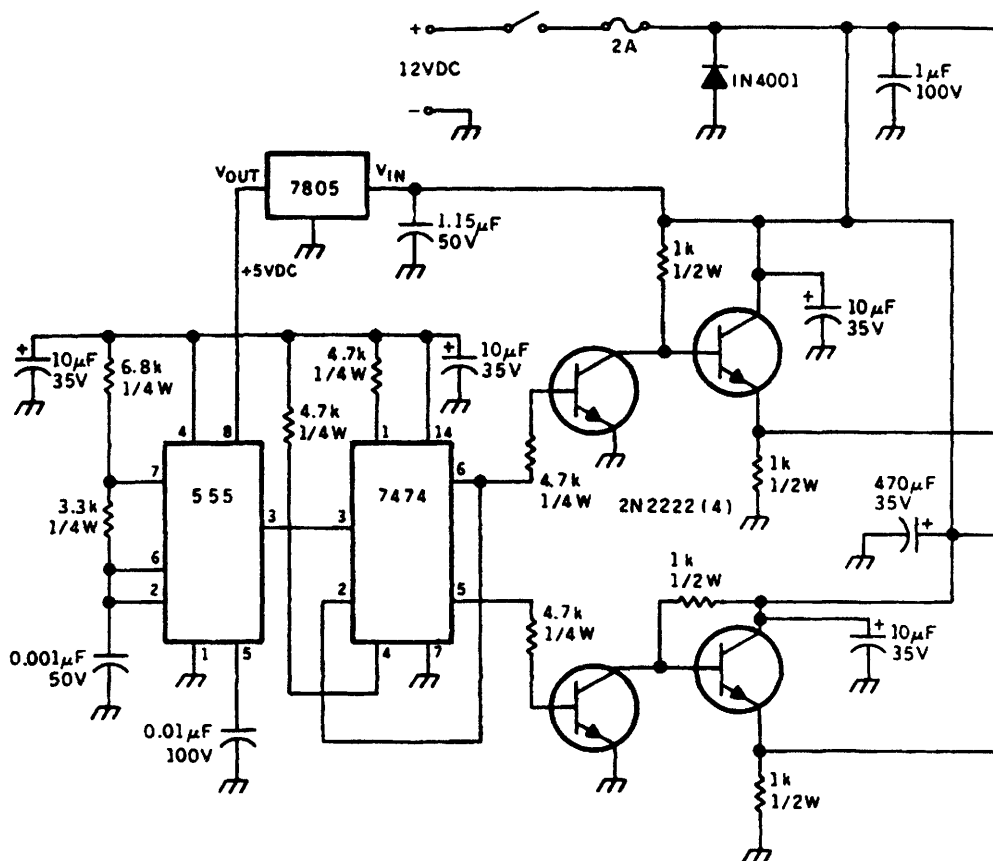
Рис. 83.2

Примечание. В схеме использован трансформатор LP-16-700 фирмы SIGNAL TRANSFORMER CO.

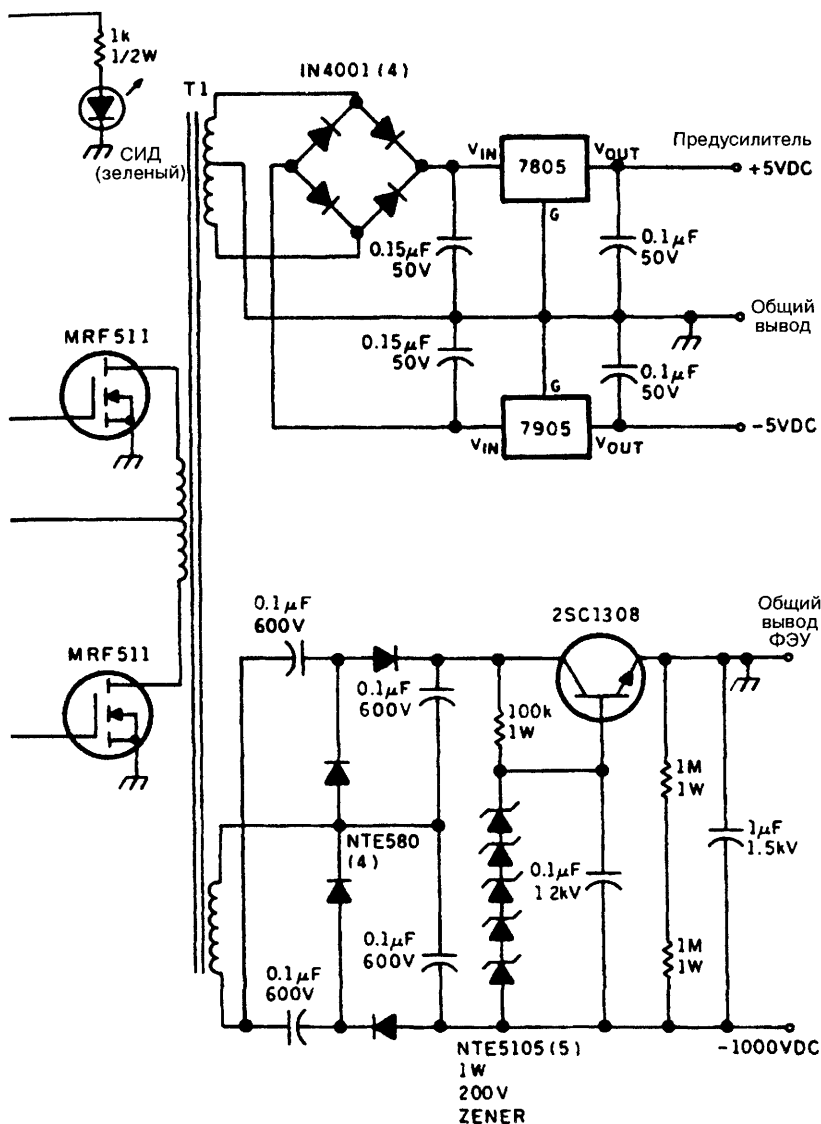
Источник питания, схема которого представлена на рис. 83.2, преобразует постоянное напряжение +9 В в +700 В, выходной ток источника достигает 0,25 мА. Первичное входное напряжение преобразуется в переменное с частотой 10 кГц, а оно поступает на повышающий трансформатор и далее на схему удвоения для получения необходимой величины выходного напряжения.

БЛОК ПИТАНИЯ ФЭУ ЛАЗЕРНОГО ПРИЕМНИКА

На рис. 83.3 приведена схема конвертера, преобразующего постоянное напряжение 12 В в стабилизированное постоянное напряжение 1000 В. Трансформатор двухтактного преобразователя имеет высоко- и низковольтную вторичные обмотки. Стабилизированный низковольтный источник питает предусилитель видеосигнала фотоэлектронного умножителя (ФЭУ). Высоковольтный источник выполнен по схеме умножения напряжения с последующей стабилизацией параметрическим стабилизатором. При работе необходимо соблюдать меры предосторожности, связанные с эксплуатацией высоковольтных источников питания.



Примечание. Необходимо применение теплоотводов для интегральных микросхем 7805, 7905, полевых транзисторов MRF511 и транзистора 2SC130B. Моточные данные трансформатора: Ш-образный сердечник, ЕА-77-375 фирмы AMIDON; первичная обмотка содержит 50 витков провода диаметром 0,51 мм с отводом от

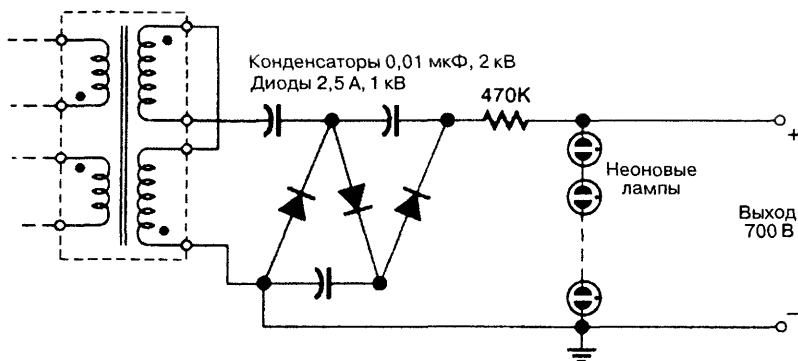


Communication Quarterly

Рис. 83.3 (2 из 2)

середины обмотки; низковольтная обмотка содержит 46 витков провода диаметром 0,4 мм, выполнена с отводом от середины обмотки; высоковольтная обмотка содержит 650 витков провода диаметром 0,254 мм.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ СЛАБОТОЧНЫЙ ИСТОЧНИК НАПЯЖЕНИЯ 700 В

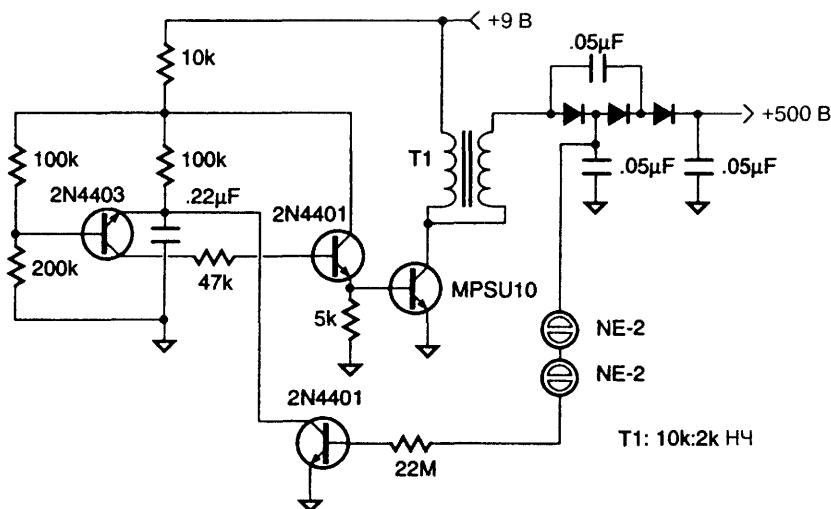


Electronics Now

Рис. 83.4

При необходимости регулирования высоковольтного выходного напряжения следует заменить удвоитель напряжения на утроитель, а в качестве стабилизирующего элемента использовать неоновые лампы. Число неоновых ламп зависит от их характеристик и подбирается экспериментально. Напряжение зажигания каждой лампы колеблется от 55 до 70 В. Лампы должны быть защищены от света (например, колбы можно выкрасить в черный цвет), так как световое излучение влияет на напряжение пробоя.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ФЭУ



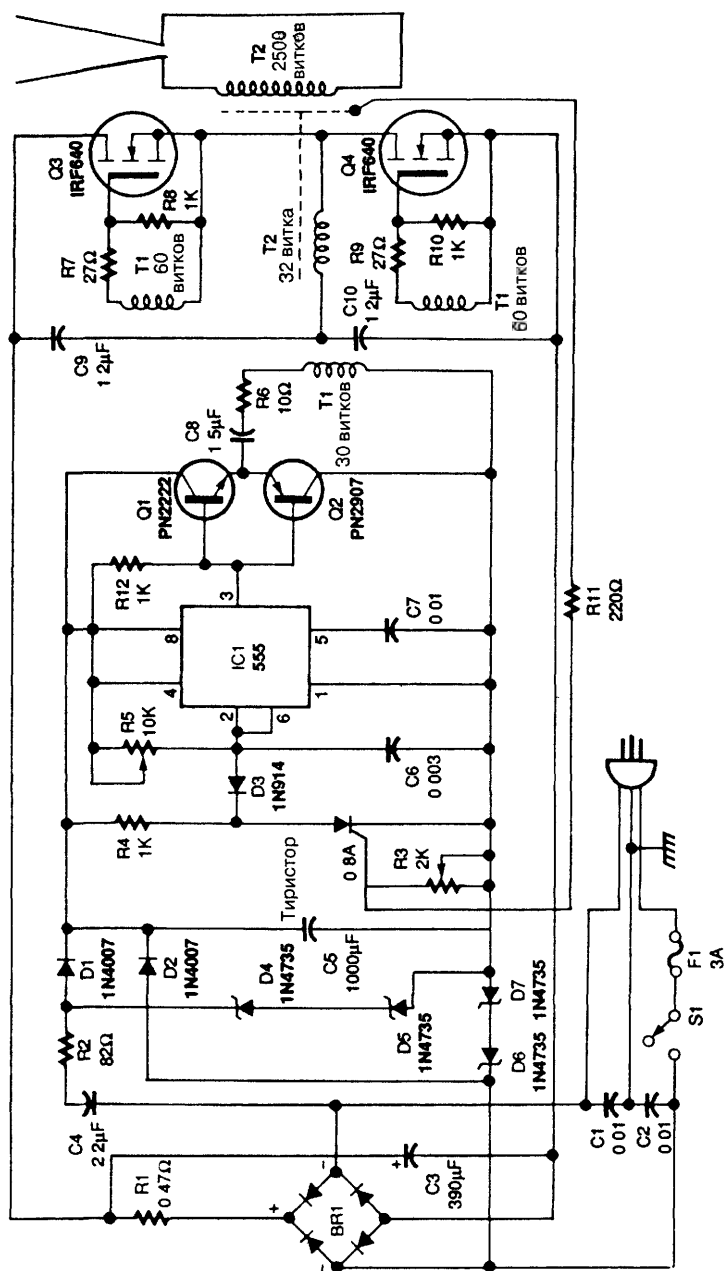
Nuts and Volts

Рис. 83.5

Приведенная на рис. 83 5 схема высокоэффективна и практически не потребляет ток, когда нагрузка схемы (ФЭУ) используется в качестве сцинтилляционного счетчика. Необходимое условие работоспособности схемы – высокие значения сопротивлений резисторов делителя напряжения (для уменьшения стекания заряда) на трубке ФЭУ: чем больше сопротивление, тем лучше. Если в высоковольтной цепи используется диодный умножитель напряжения, соединить цепь с трансформатором следует так же, как подключается трехдиодный удвоитель напряжения. Чтобы напряжение снизить, необходимо убрать одну из неоновых ламп либо выбрать соответствующий стабилитрон. Если же требуется увеличить напряжение, то в умножитель напряжения следует добавить диодные цепи.

ПОЛУМОСТОВОЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК

Полумостовой источник питания преобразует сетевое переменное напряжение 120 В в 12000 В с выходным током 40 мА. Входное напряжение поступает на двухполупериодный выпрямитель, резистор R1 ограничивает величину тока заряда конденсатора C3 до безопасного уровня. Цепь управления питается от сети 120 В через конденсатор C4 и токоограничивающий резистор R2. Так как C4 и R2 представляют собой комплексную нагрузку, то большая часть переменного напряжения сети падает на реактивном сопротивлении. ИС таймера типа 555 включена по схеме генератора прямоугольных импульсов, частота которых определяется потенциометром R5 и конденсатором C6 и для приведенных на схеме значений равна 25 кГц. Потенциометр R5 может также использоваться для подстройки выходной мощности. Увеличение частоты уменьшает выходную мощность за счет повышения индуктивного сопротивления, определяемого индуктивностью рассеяния трансформатора. Выходной сигнал ИС IC1 с контакта 3 подается на комплементарную пару транзисторов Q1 и Q2, эмиттеры которых связаны через конденсатор C8 и резистор R6 с первичной обмоткой согласующего трансформатора T1. Эта цепь препятствует прохождению постоянной составляющей по первичной обмотке T1. Материал сердечника трансформатора T1 выбран с максимальным значением магнитной проницаемости и позволяет получать минимальное число витков с целью уменьшения индуктивности рассеяния. В цепи затворов МДП полевых транзисторов Q3 и Q4 включены резисторы по 27 Ом (R7 и R8), увеличивающие их время переключения. Таким образом предотвращается появление паразитных колебаний, которые могли бы возникнуть при переключениях транзисторов с максимальной частотой. Первичная обмотка выходного трансформатора T2 содержит 32 витка, вторичная – 2500 витков. Число витков обмоток относится как 1 78. Такой коэффициент трансформации позволяет (с учетом того, что выпрямленное сетевое напряжение примерно равно 160 В) в режиме холостого хода получить на вторичной обмотке пиковое значение напряжения (12000 В). Ток нагрузки схемы составляет примерно 40 мА и ограничен индуктивностью рассеяния между первичной и вторичной обмотками трансформатора T2.



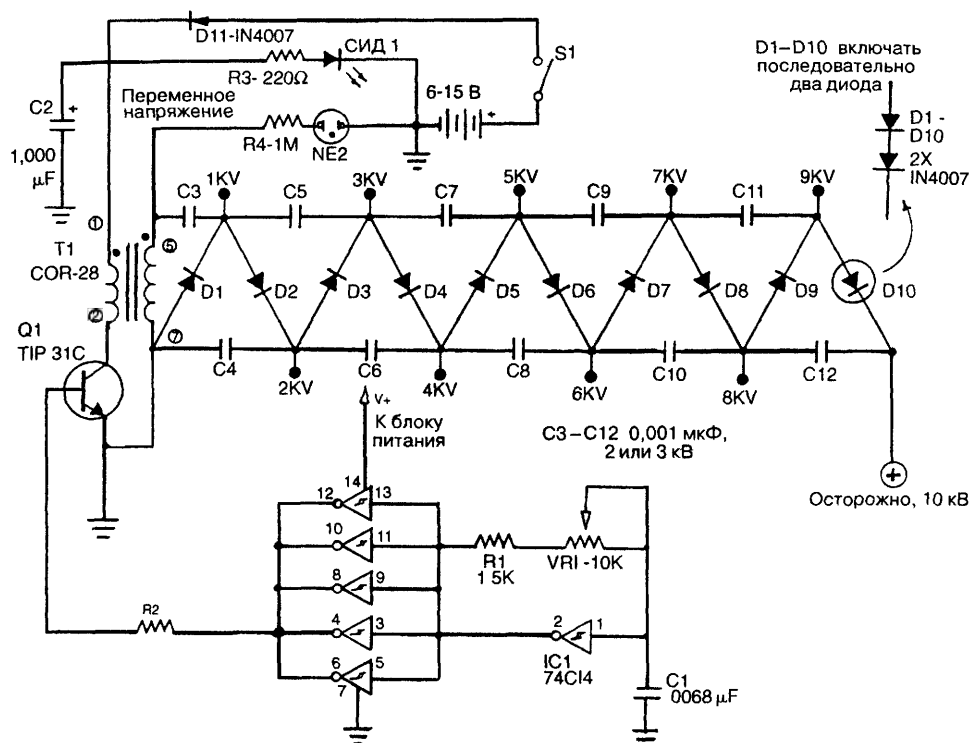
Electronics Now

Рис. 83.6

Примечание. Провод зеленого цвета в сетевом шнуре необходимо заземлить на металлический корпус.

Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ



Nuts and Volts

Рис. 83.7

Примечание.

1. Трансформатор T1 – повышающий (с 12 до 1000 В) фирмы ALLEGRO #COR2B или аналогичный. Выводы 3, 4, 6 не используются. Точками на схеме обозначены начала обмоток.
2. Интегральная микросхема – Hex Schmitt Trigger, ALLEGRO #74C14 или аналогичная
3. Диоды D1 – D10 – IN4007 с максимальным током 1 А и максимальным обратным напряжением 1000 В; вместо показанного на схеме одного диода D1 – D10 следует устанавливать по два включенных последовательно диода, то есть требуется установить всего 20 диодов.
4. Диод D11 – 1N4007 с током 1 А и максимальным обратным напряжением 1000 В.
5. I1 – красный СИД с повышенной яркостью свечения.
6. I2 – неоновая индикаторная лампа.
7. C1 – конденсатор емкостью 6,8 нФ, полиэфирный или майларовый.
8. C2 – электролитический алюминиевый конденсатор емкостью 1000 мкФ, рабочее напряжение 16 В.

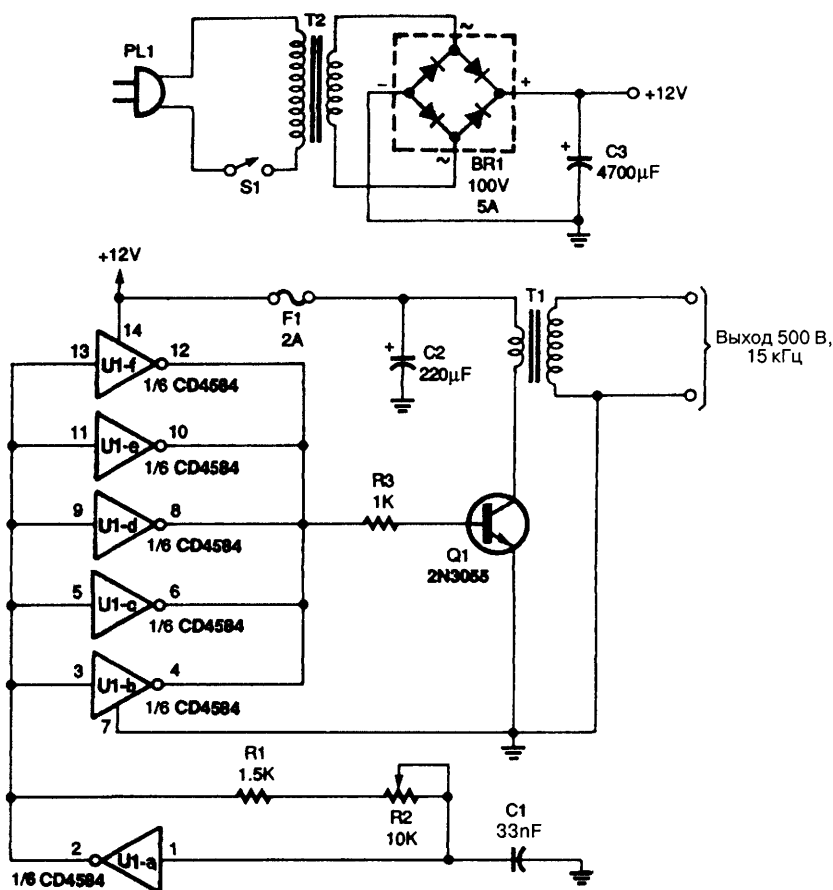
9. $C3 - C12$ – керамические конденсаторы емкостью 1 нФ, постоянное рабочее напряжение 2 или 3 кВ
10. $R1$ – 1,5 кОм, 5%, пленочный углеродистый.
11. $R2$ – величина сопротивления определяется напряжением источника (см. текст) и составляет 220, 390 или 470 Ом.
12. $R3$ – 220 Ом, 5%, пленочный углеродистый.
13. $R4$ – 1 МОм, 5%, пленочный углеродистый.
14. $VR1$ – потенциометр, 10 кОм.
15. $F1$ – плавкий предохранитель, 2 А.
16. $S1$ – однополюсный переключатель.
17. Специальная колодка с 14 выводами для интегральных микросхем без развязывающего конденсатора фирмы ALLEGRO #ED2124 или эквивалентная.
18. Радиатор теплоотвода для корпуса типа TO3 и монтажный набор #6-32.

В источнике питания использована схема умножителя Кокрофта–Уолтона для получения напряжения 10 кВ от источника 12 В. Выходная мощность схемы составляет до 5 Вт.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ НЕОНОВОЙ ЛАМПЫ

Схема питается от источника с постоянным напряжением 12 В. Оно поступает от сети переменного тока 117 В через понижающий трансформатор Т2 на двухполупериодный выпрямитель BR1 и фильтрующий конденсатор С3. Схема основана на интегральной микросхеме U1, которая состоит из шести триггеров Шмитта. Конденсатор С1, резистор R1 и потенциометр R2 с одним из триггеров Шмитта (U1a) образуют генератор с рабочей частотой примерно 15 кГц (выходной прямоугольный сигнал генератора на триггере Шмитта характеризуется очень четкой формой). Подстроечный резистор R2 изменяет частоту. Выходной сигнал генератора подается на остальные пять инверторов микросхемы (от U1b до U1f), которые включены параллельно и составляют буферный усилитель. Сигнал прямоугольной формы используется для управления ключевым транзистором (Q1), коммутирующим первичную обмотку трансформатора Т1. На вторичной обмотке трансформатора выходное переменное напряжение с частотой 15 кГц составляет порядка 500 В. Трансформатор Т1 выполнен на ферритовом сердечнике, его вторичная обмотка имеет 500 витков провода диаметром 0,26 мм. После намотки обмотка покрывается лаком и дополнительным слоем изолирующей ленты, поверх которой наматывается 20 витков первичной обмотки проводом диаметром 0,64 мм¹.

¹ Для повышения надежности работы ключевого каскада на транзисторе Q1 желательно зашунтировать первичную обмотку трансформатора Т1 защитным диодом, например 1N4007 – Прим ред



ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА С ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ПОДЖИГОМ

На рис. 83.9 представлена схема, позволяющая мгновенно генерировать импульс амплитудой 10 кВ для возбуждения плазменного разряда между электродами лазерной трубки. Диодный умножитель включен последовательно с основным источником питания, напряжение на него поступает через один из диодов умножителя основного источника. Амплитуда напряжения на этом диоде, как правило, равна 1,8 кВ. При 10-каскадном умножении выходное напряжение диода, величиной примерно 9 кВ, складывается с напряжением 1,8 кВ основного источника. Емкость конденсаторов в цепи умножителя значительно меньше емкости конденсаторов источника питания. При первом включении конденсаторы умножителя заряжаются до напряжения разряда лазерной трубки. При возникновении

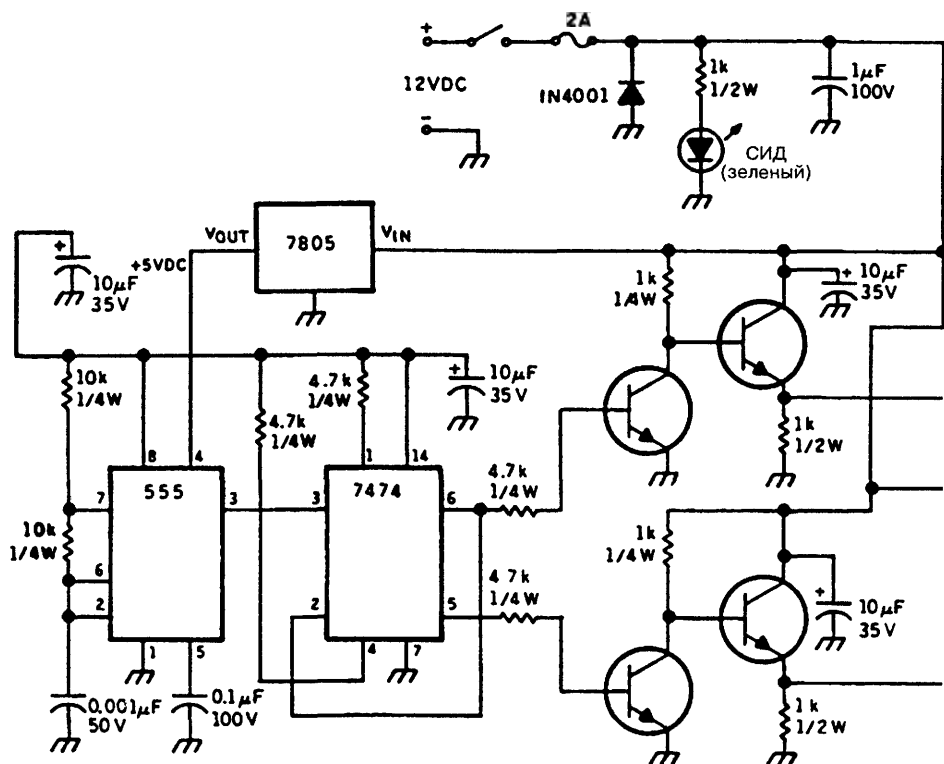


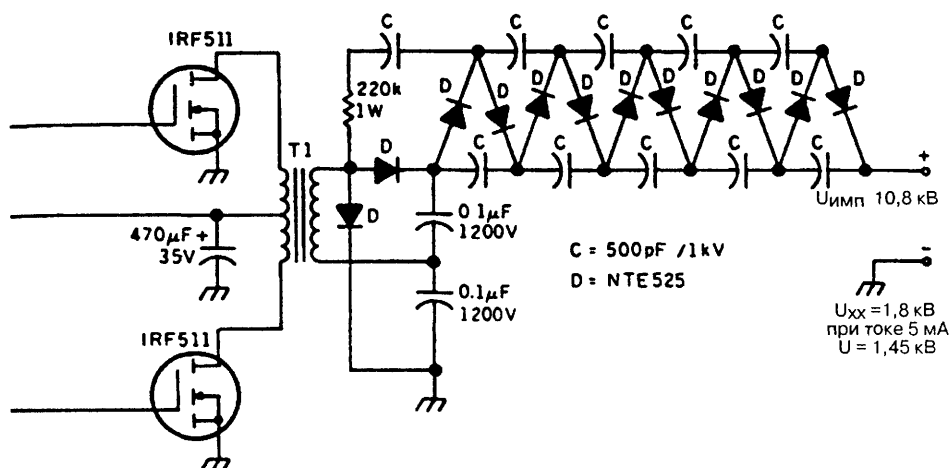
Рис. 83.9 (1 из 2)

Примечание. Моточные данные трансформатора: первичная обмотка содержит 50 витков провода диаметром 0,51 мм, выполнена с отводом от середины обмотки; вторичная обмотка имеет 1800 витков провода диаметром 0,254 мм.

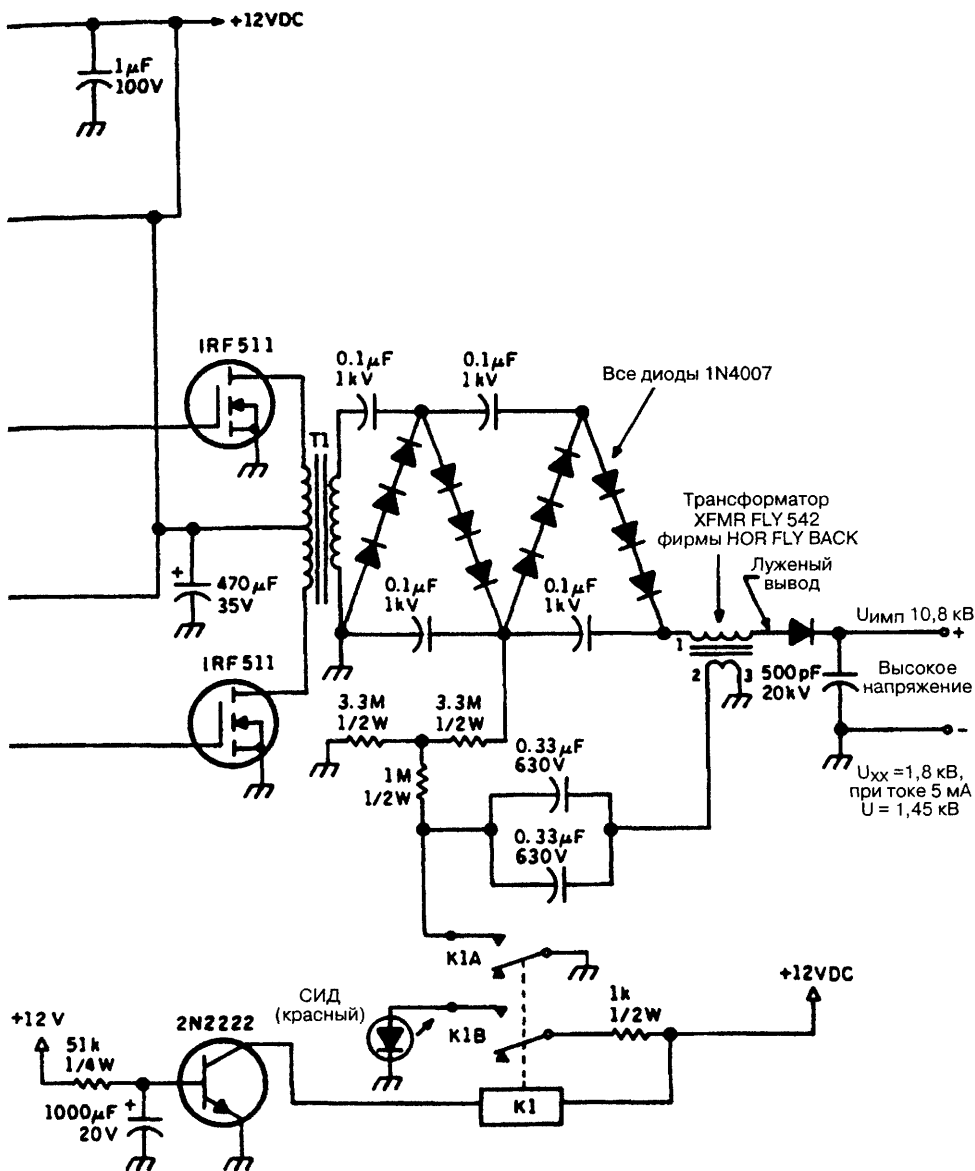
плазменного разряда ток в лазерной трубке увеличивается; конденсаторы умножителя напряжения начинают разряжаться, так как не могут поддерживать первоначальный уровень заряда. В результате напряжение резко падает до уровня основного источника, при этом все диоды цепи умножителя смещаются в прямом направлении – происходит генерация высоковольтного импульса, ионизирующего газы

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА С ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ПОДЖИГОМ

Для работы гелий-неонового лазера необходимы два различных напряжения: порядка 10 кВ, зажигающее лазер и затем отключающееся после возникновения

**Рис. 83.9 (2 из 2)**

разряда, и более низкое – для поддержания разряда. На рис. 83.10 представлен один из вариантов схемы источника питания лазера. От основного источника питания конденсатор заряжается, а после запуска разряжается через высоковольтный трансформатор возбуждения, включенный последовательно с выходом основного источника. При первом включении напряжения цепь задержки позволяет стабилизировать напряжение основного источника питания на максимальном уровне и зарядить конденсатор. По окончании времени задержки реле с нефиксируемыми контактами производит кратковременный импульсный разряд конденсатора на обмотку возбуждения. Высоковольтный диод и конденсатор, включенные соответственно последовательно с обмоткой возбуждения и параллельно источнику питания, выпрямляют затухающий переменный выходной сигнал катушки возбуждения, в результате чего на лазерной трубке образуется один положительный импульс, который производит в ней ионизацию газа. После возбуждения лазера высоковольтным импульсом разряд поддерживается основным источником питания.

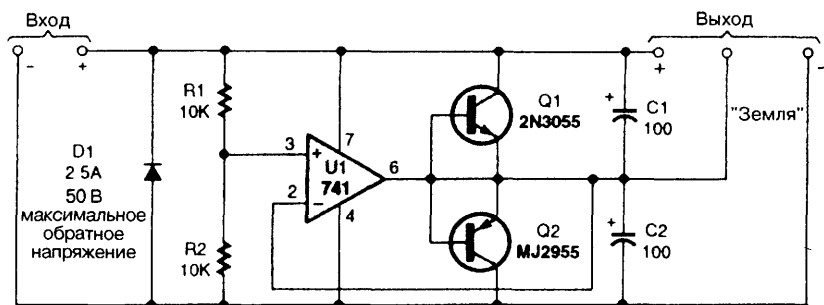


3. Моточные данные трансформатора Т1: первичная обмотка содержит 50 витков провода диаметром 0,51 мм с отводом от середины обмотки, вторичная обмотка – 900 витков провода диаметром 0,26 мм; Ш-образный сердечник AMIDON EA-77-375

ГЛАВА 84

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ИСТОЧНИК ДВУХПОЛЯРНОГО НАПЯЖЕНИЯ

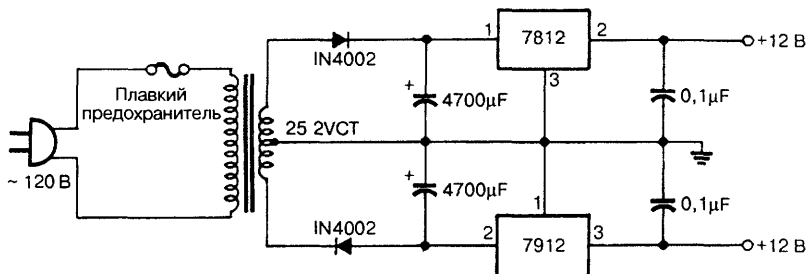


Popular Electronics

Рис. 84.1

В схемах с двухполярным питанием уровень нулевого потенциала («земля») расположен ровно посередине между потенциалами как положительного, так и отрицательного полюсов источника напряжения. Однако, к сожалению, обычные стабилизаторы напряжения в таких схемах неработоспособны. Проблема заключается в том, что они могут использоваться в качестве источников, но не способны быть потребителями, тогда как вывод с нулевым потенциалом в источниках с двухполярным выходом должен участвовать в работе схемы либо как источник, либо как потребитель (в зависимости от того, в какой половине нагрузки в данный момент протекает больший ток). В схеме на рис. 84.1 резисторы R1 и R2 делят входное напряжение пополам. ОУ U1 воспроизводит входное напряжение относительно вывода с нулевым потенциалом, устанавливая проходящий через транзистор Q1 (либо Q2) необходимый ток. Конденсаторы C1 и C2 поддерживают устоявшееся значение выходного напряжения при резких изменениях нагрузки. Диод D1 защищает вход схемы при переплюсовке (должен перегореть плавкий предохранитель основного источника питания). При отсутствии такого предохранителя нужно включить диод D1 последовательно со схемой. Это обеспечит защитные функции, однако несколько снизит величину выходного напряжения.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ 12 В С РАЗДЕЛЕННЫМИ ВЫХОДАМИ



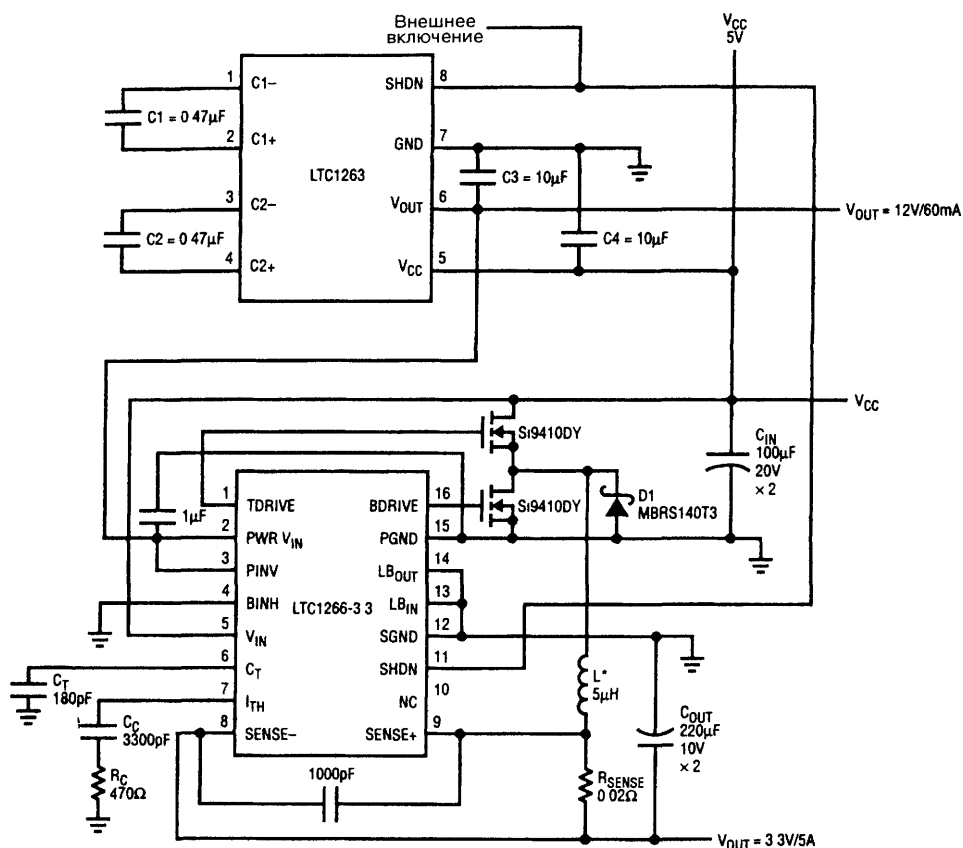
Electronics Now

Рис. 84.2

На схеме две ИС стабилизаторов и выпрямительный мост образуют источник напряжения ± 12 В

СТАБИЛИЗАТОР НАПЯЖЕНИЯ С ДВУМЯ ВЫХОДАМИ

Интегральные микросхемы LTC1266-3.3 и LTC1263 прекрасно дополняют друг друга. Их совместное использование позволяет построить схему, имеющую два выхода стабилизированного напряжения (3,3 В, ток 5 А и 12 В, ток 60 мА) при питании входным напряжением в интервале 4,75–5,5 В. Микросхема LTC1263, задействуя только четыре навесных элемента (два накопительных конденсатора емкостью 0,47 мкФ, один развязывающий конденсатор 10 мкФ и один выходной конденсатор 10 мкФ) при величине входного напряжения 5 В, позволяет получить при использовании схемы утроителя с накоплением заряда стабилизированное выходное напряжение 12 В при токе 60 мА. Во время каждого периода колебаний с частотой 300 кГц два накопительных конденсатора первоначально заряжаются до напряжения V_{CC} , а затем включаются последовательно. Причем нижняя обкладка нижнего конденсатора подсоединена к V_{CC} , а верхняя обкладка верхнего конденсатора – к выходному конденсатору. В результате выходной конденсатор медленно заряжается от 5 до 12 В. Схема стробирования генератора обеспечивает стабилизацию выходного напряжения 12 В, запускает схему накопления заряда при снижении выходного напряжения менее 12 В и выключает ее при превышении. Микросхема LTC1266-3.3 питается от входного напряжения 5 В и работает при выходном напряжении 12 В с ИС LTC1263. В преобразователе на ИС LTC1266-3.3 для стабилизации выходного напряжения 3,3 В с током 5 А использованы навесные элементы, включая развязывающие конденсаторы, резистивные датчики, диоды Шоттки для переключения двух внешних n-канальных МДП полевых транзисторов, а также дроссель LCTX0212801 фирмы COILTRONICS индуктивностью 5 мкГн. Микросхема LTC1266-3.3 заряжает выходной конденсатор включением верхнего МДП полевого транзистора, пропуская ток от входного источника



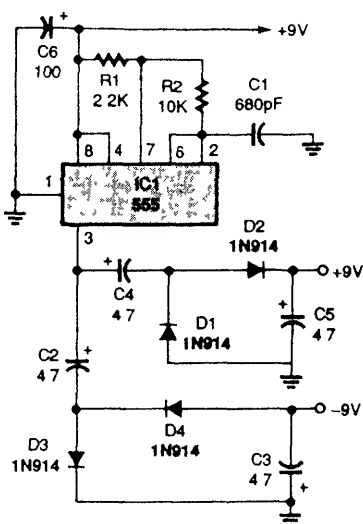
Linear Technology

Рис. 84.3

с напряжением 5 В через дроссель. Величина протекающего в дросселе тока контролируется резистивным датчиком, а значение выходного напряжения 3,3 В устанавливается включением и выключением верхнего и нижнего МДП полевых транзисторов, заряжающих и разряжающих выходной конденсатор.

ДВУХПОЛЯРНЫЙ СЛАБОТОЧНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

ИС таймера типа 555 используется в качестве генератора с частотой примерно 120 кГц. Напряжение прямоугольного выходного сигнала на выводе 3 достигает примерно 9 В. Диоды D1, D2 и конденсаторы C4, C5 обеспечивают выпрямленное выходное напряжение +9 В, тогда как D3, D4, C2 и C3 на другом выходе позволяют получить -9 В.



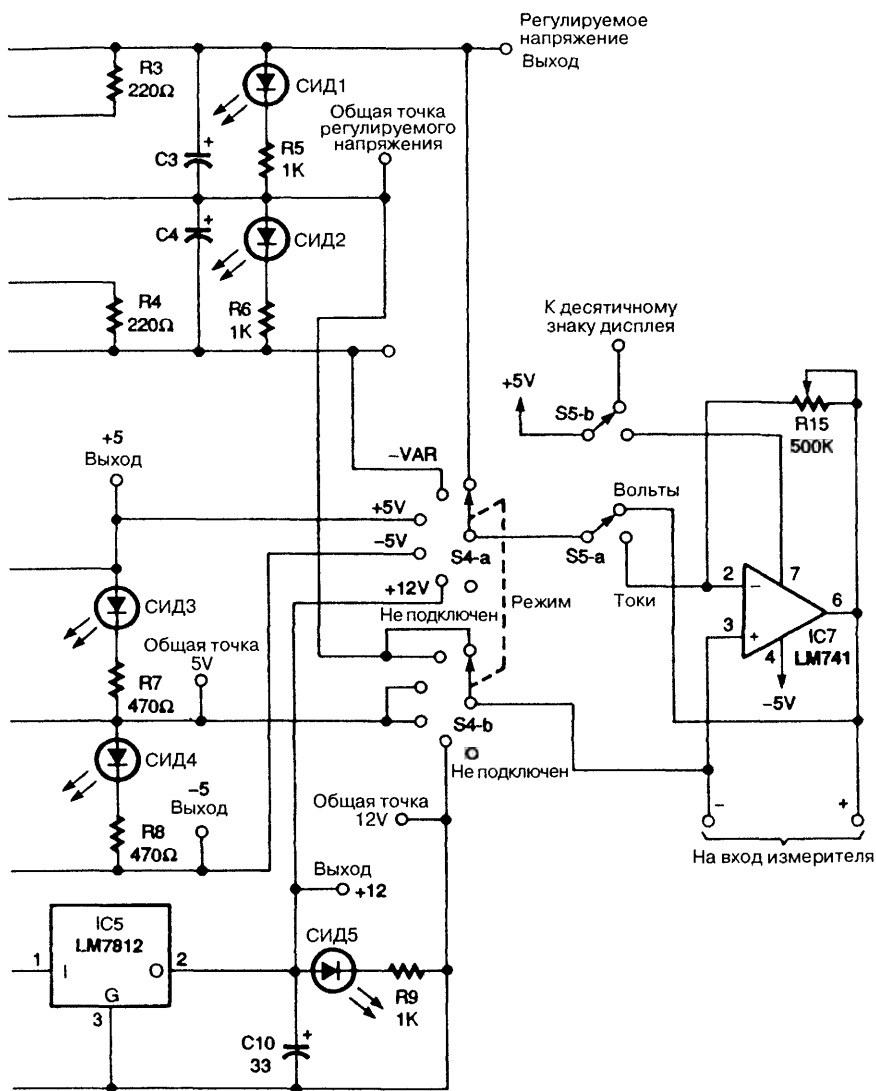
Popular Electronics

Рис. 84.4

Примечание. Номиналы конденсаторов, кроме C1, указаны в микрофарадах (мкФ).

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ

Переменное напряжение с трансформатора Т1 поступает на выпрямительные мосты BR1, BR2 и BR3 и фильтрующие конденсаторы C1, C2, C5, C6 и C9. Интегральные стабилизаторы напряжения (IC1 – IC5) снижают напряжение до требуемого фиксированного или регулируемого уровня. Стабилизатор LM317 (IC1) выдает положительное выходное напряжение в пределах 1,2–28 В, а микросхема IC2 (LM337) – отрицательное в том же диапазоне. Резистивные цепочки R1 – R3 и R2 – R4 интегральных микросхем IC1 и IC2 обеспечивают необходимую обратную связь для получения регулируемых выходных напряжений. Стабилизаторы LM7805 (IC3) и LM7812 (IC5) устанавливают фиксированное напряжение +5 и +12 В соответственно, а LM7905 (IC4) – фиксированное напряжение –5 В. Конденсаторы C3, C4, C7, C8 и C10 улучшают переходные характеристики и предотвращают режим генерации. Параллельно каждому выходу подключены светоизлучающие диоды (СИД) с токоограничивающим резистором, сигнализирующие о наличии напряжения на выходе. Индикатор включения основного источника питания в сеть состоит из СИД6 и R16. Выключатель S1 включает напряжение в первичной обмотке трансформатора, а выключатели S2 и S3 подают напряжение от вторичной обмотки трансформатора в цепи стабилизаторов с напряжениями 5 и 12 В. Источник ± 5 В питает вольтметр и цепи дисплея, следовательно, эта часть схемы должна быть включена. Переключатель S4 – двухполюсный, 6-позиционный

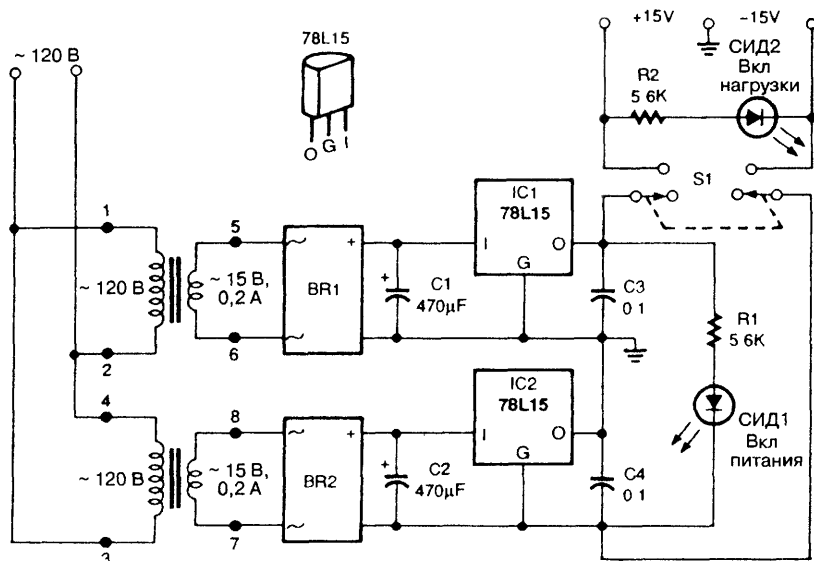


Electronics Now

Рис. 84.5 (2 из 2)

напряжения или проходить на интегральный преобразователь тока в напряжение LM741 (IC7) для считывания показаний тока. Второй контакт S5 подключен к источнику +5 В для подсоединения ко второму знаку десятичного разряда на дисплее в режиме измерения напряжения или к контакту 7 микросхемы LM741 в режиме измерения тока.

ДВУХПОЛЯРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА ± 15 В С ТОКОМ 100 МА



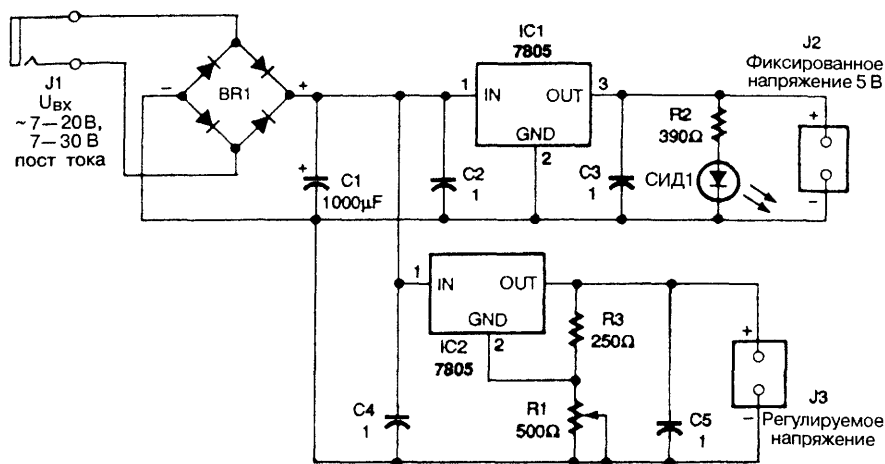
Electronics Now

Рис. 84.6

На рис. 84.6 приведена схема простого источника питания, который может оказаться полезным для питания небольших устройств, цепей с ОУ и т.п.

УДОБНЫЙ ЛЮБИТЕЛЬСКИЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Входное напряжение к источнику питания, схема которого показана на рис. 84.7, подается через аудиомини-разъем J1. Величина напряжения на входе находится в пределах 7–20 В (для переменного тока) или 7–30 В (для постоянного тока). Чтобы получить такие напряжения, рекомендуется применять понижающий трансформатор или сетевой адаптер, преобразующий переменное напряжение в постоянное. Переменное входное напряжение выпрямляется мостом BR1; постоянное – проходит через выпрямительный мост без изменений (если не считать того, что напряжение уменьшается на величину прямого падения напряжений на двух выпрямительных диодах). В схеме использованы два интегральных регулятора MC7805 с напряжением стабилизации 5 В: IC1 обеспечивает фиксированное постоянное выходное напряжение 5 В на разъеме J2, тогда как IC2 – регулируемое напряжение постоянного тока на разъеме J3. Это выходное напряжение может изменяться потенциометром R1 от +5 В до значения, величина которого на 2 В меньше входного напряжения источника. Напряжение на выходе с фиксированным значением



Electronics Now

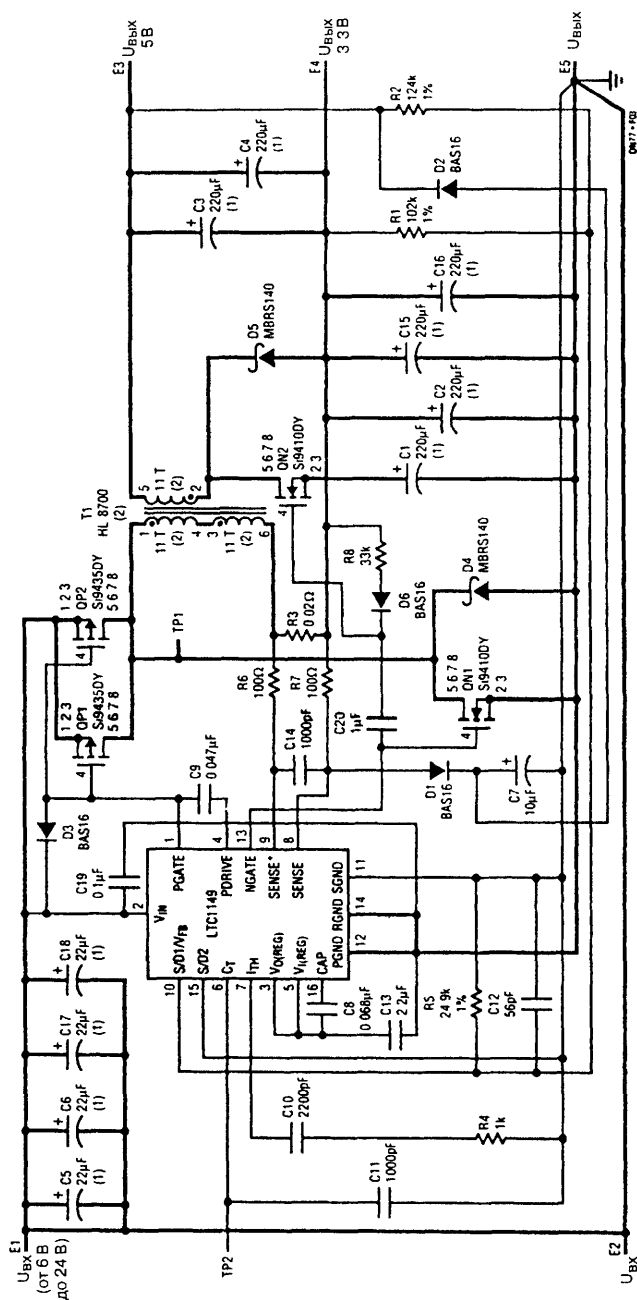
Рис. 84.7

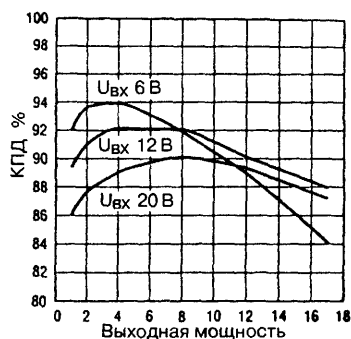
Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

также можно регулировать, изменяя напряжение на контакте 2 (вывод 2 обычно заземлен для получения фиксированного значения напряжения). Каждый стабилизатор рассчитан на токи до 1 А при условии, что трансформатор или сетевой адаптер способны выдержать такую нагрузку, а сам стабилизатор имеет эффективный теплоотвод. Индикатор включения в сеть СИД1 подсоединен параллельно выходу фиксированного напряжения 5 В и загорается при подаче напряжения на стабилизатор.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТЬЮ 17 Вт И НАПЯЖЕНИЯМИ 5 И 3,3 В

К источникам питания для логических схем обычно предъявляются весьма жесткие требования по качеству стабилизации, одновременно стремятся получить максимальный коэффициент полезного действия; кроме того, стабилизатор должен иметь невысокую стоимость. ИС LTC1149 удовлетворяет почти всем этим условиям за счет использования единого синхронизированного интегрального регулятора напряжения, позволяющего вырабатывать напряжения величиной 3,3 и 5 В для питания цепей, которые содержат логические элементы (рис. 84.8а). Выходное напряжение 3,3 В получают по стандартной схеме понижающего стабилизатора с применением синхронизированных переключателей и индуктивности. Особенностью схемы является дополнительная обмотка на дросселе и ее синхронизированный выпрямитель QN2. Эти же элементы обеспечивают получение напряжения 5 В посредством трансформатора. Эффективность перекрестной стабилизации





Linear Technology

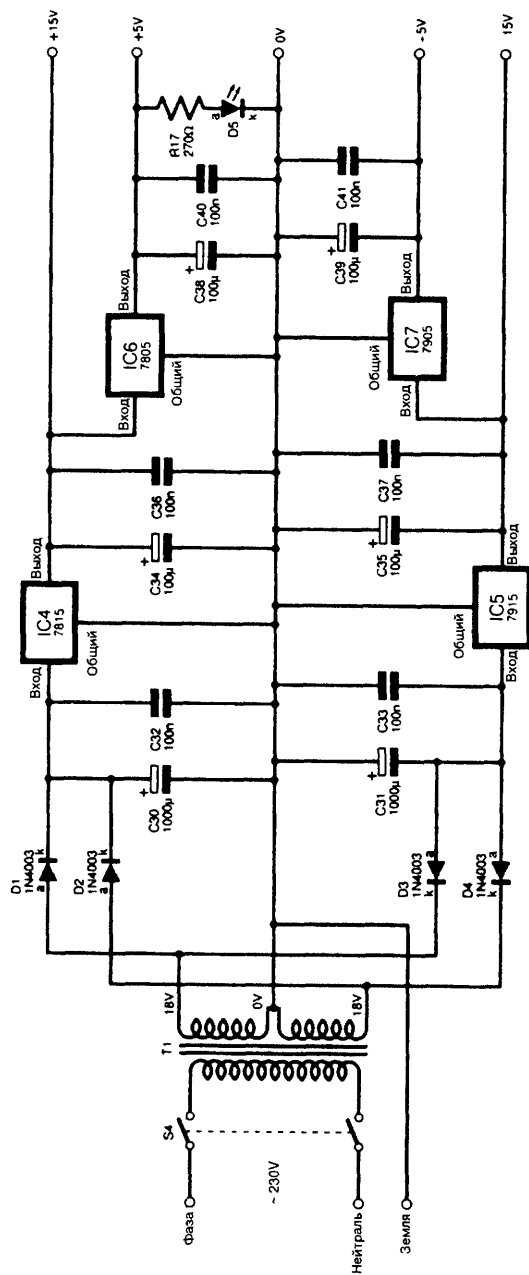
Рис. 84.8 (б)**Примечание.**

- 1 Параллельно включаемые конденсаторы должны иметь одинаковое эквивалентное последовательное сопротивление и удовлетворять требованиям сглаживания пульсаций тока
- 2 Обмотки трансформатора Т1 намотаны в три провода и имеют по 11 витков провода диаметром 0,54 мм на магнитном сердечнике INC 77050-A7 Цепи с большими значениями протекающих токов выделены на схеме жирными линиями, при монтаже они должны иметь минимальную длину проводников

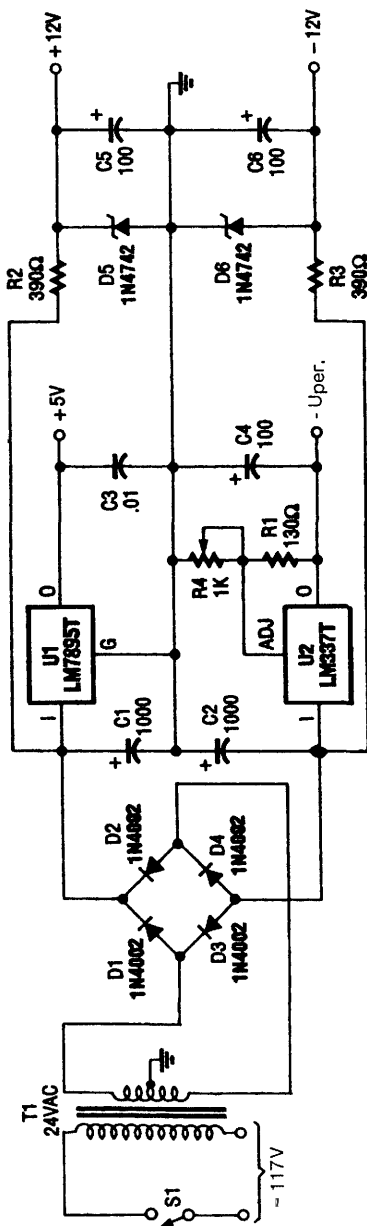
данной схемы весьма высока за счет применения трифилярно выполненной обмотки дросселя и «расщепленной» обратной связи, которая объединяет в системе оба выхода схемы. Почти во всем рабочем диапазоне стабилизации коэффициент полезного действия превышает 90% (рис. 84.8б). Дополнительно к этому выходы 3,3 и 5 В изначально синхронизированы по частоте переключения и достигают установившихся значений выходных напряжений одновременно после включения входного напряжения. Важным преимуществом схемы является и то, что в случае, если один из источников питания логических схем закорочен, то на втором выходе напряжение также будет отсутствовать.

ДВУХПОЛЯРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА НАПРЯЖЕНИЯ 5 И 15 В

Источник питания, схема которого приведена на рис. 84.9, имеет выходные напряжения 5 и 15 В обеих полярностей. Первоначально он предназначался для питания функционального преобразователя MAX038, но может использоваться и в ряде других случаев.



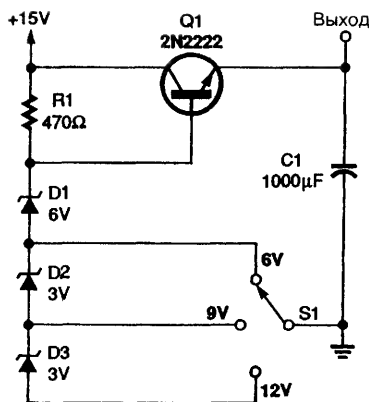
ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С НАПРЯЖЕНИЯМИ ± 12 И ± 5 В



Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

Источник питания (рис. 84.10) используется для питания небольших схем, в которых токи потребления не превышают 30 мА (напряжение ± 12 В) или 0,5 А (напряжение ± 5 В).

ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР НАПЯЖЕНИЯ



Popular Electronics

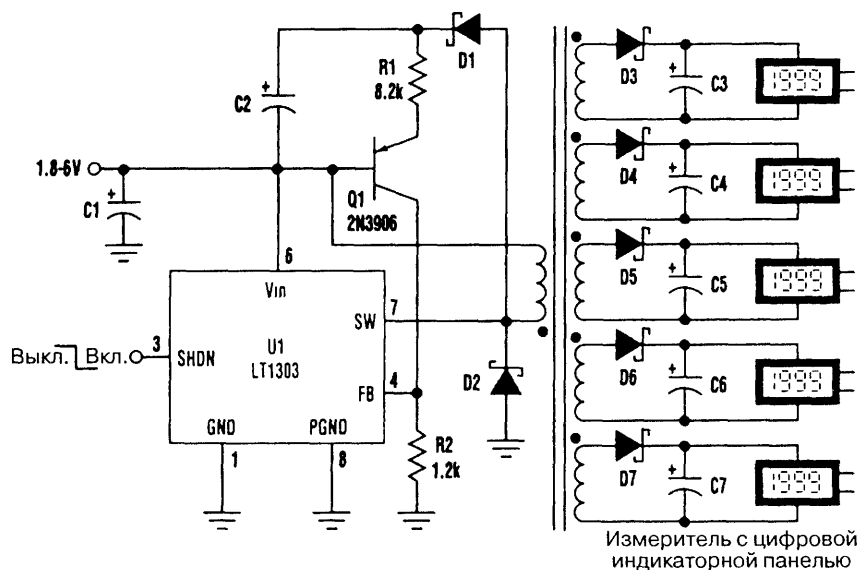
Рис. 84.11

Стабилизированный источник питания с тремя значениями выходного напряжения может быть легко модернизирован для расширения диапазона выходных напряжений.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С ПЯТЬЮ ВЫХОДАМИ

Измерители с цифровой индикацией очень удобны при работе с оборудованием различного типа, но для этого требуется незаземленный источник питания (с «плавающей землей»), чаще всего в виде отдельной батареи напряжением 9 В. Схема, представленная на рис. 84.12, обеспечивает питанием до пяти панелей с цифровой индикацией от одного источника с входным напряжением 1,6–6 В. Каждый из пяти выходов является «плавающим», изолированным и независимым от других во всех отношениях. Преобразователь построен по схеме «обратного хода» и использует высокоэффективный стабилизатор, отличающийся низким потреблением (LT1303), а также внешний трансформатор. Он имеет шесть идентичных обмоток, межвитковая изоляция которых проверена на отсутствие пробоя напряжением 500 В (среднеквадратичное значение), что значительно превышает обычные рабочие величины. Работа схемы заключается в следующем: сигнал обратной связи берется с первичной обмотки трансформатора транзистором Q1,

который «считывает» уровень сигнала обратного хода во время отключения. Как правило, потребление одной цифровой индикаторной панели составляет примерно 1 мА. Ток нагрузки в первичной обмотке также выбран равным 1 мА для оптимизации процесса стабилизации и снижения пульсаций. Преобразователь может питаться также и от батарей. В таком случае допустимо подключение шестой индикаторной панели, которая будет питаться от первичной обмотки через C2. Все, что необходимо сделать для уравнивания тока нагрузки, – это увеличить значение сопротивлений R1 и R2 в 10 раз. Хотя данная схема рассчитана на напряжение 9 В (точнее, на 9,3 В), некоторые типы цифровых индикаторных панелей питаются напряжениями 5 или 7 В. В таком случае вместо резистора R1 устанавливается резистор с сопротивлением 4,3 или 6,2 кОм. Выходное напряжение U_{OUT} определяется сопротивлением R1, а связь между ними выражается соотношением $R1 = (U_{OUT} - 0,7) / I$ (мА). Когда нет необходимости в нескольких выходах одновременно, следует отключить соответствующие элементы и соединить неиспользуемые обмотки параллельно первичной, обязательно соблюдая полярность. В случае потребления на каждом выходе тока 1 мА, входной ток схемы составит 16,5 мА при величине входного напряжения 5 В. При питании схемы напряжением 1,8 В (например, от двух батарей) ток возрастет приблизительно до 45 мА.

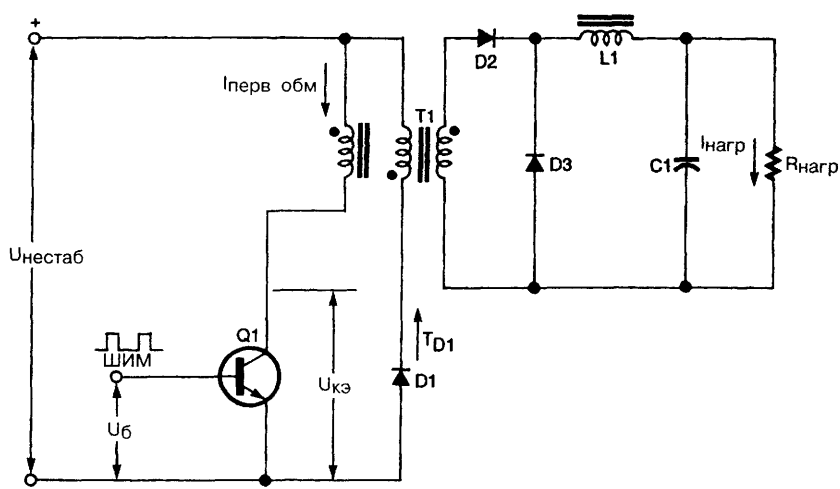


Примечание. Конденсаторы C1 – C7 – емкостью 10 мкФ и рабочим напряжением 25 В танталовые или керамические. Трансформатор VP10190 фирмы Coiltronics индуктивностью 10,7 мГн. Диоды D1 – D7 – MBR0520 L.

ГЛАВА 85

ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ



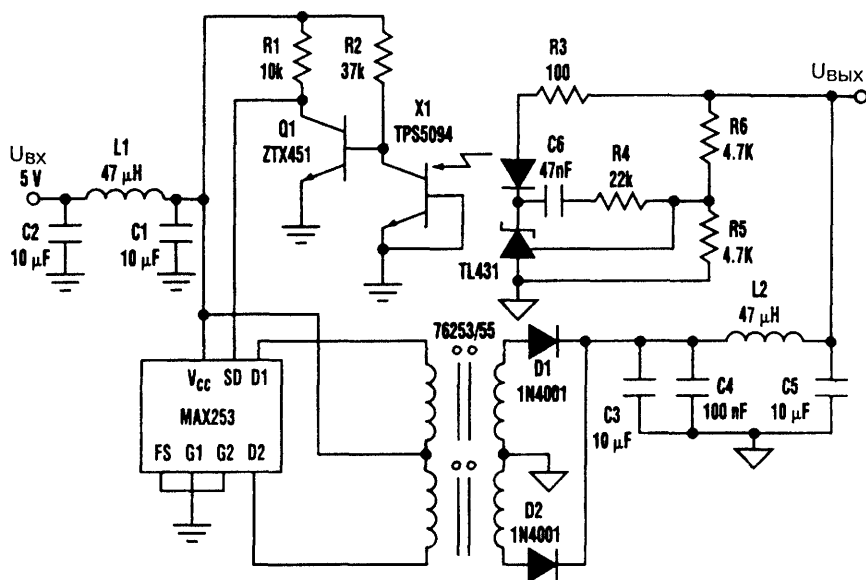
Electronics Now

Рис. 85.1

На рис. 85.1 приведена упрощенная схема преобразователя прямого действия с трансформаторной связью. Устройство построено по принципу импульсного понижающего стабилизатора, а по некоторым параметрам аналогично обратногоходовому преобразователю. Накопительным элементом в схеме является дроссель $L1$, а не трансформатор $T1$. При переходе в открытое состояние ключевого транзистора $Q1$ энергия тока, протекающего по первичной обмотке трансформатора, запасается в нем. Так как вторичная обмотка трансформатора включена синфазно с первичной, индуцированный в ней ток поступает сразу в нагрузку, одновременно энергия тока запасается в дросселе $L2$, проходя через него и прямосмещенный диод $D2$. Диод $D3$ смещен в обратном направлении. При выключении транзистора $Q1$ напряжение на обмотке трансформатора меняет знак, что приводит к запиранию диода $D2$. Диод $D3$ открывается, пропуская в нагрузку ток, к нему

добавляется ток запасенной в дросселе электромагнитной энергии. При переходе транзистора Q1 в закрытое состояние через диод D1 отдается ток, индуцированный в третьей обмотке трансформатора

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЕ MAX253



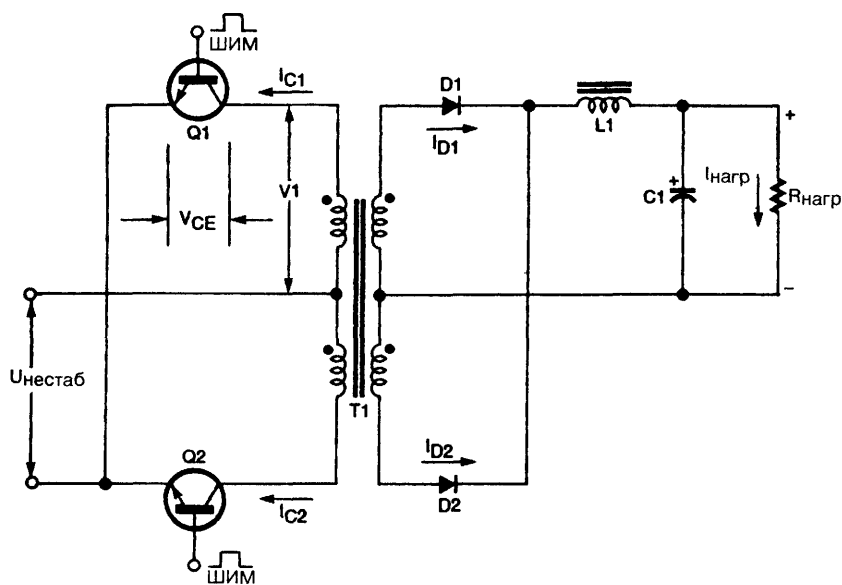
Electronic Design

Рис. 85.2

ИС MAX253 и трансформатор 76253 были специально разработаны для совместного использования в схемах преобразователей постоянного тока. Основные затруднения, возникающие при применении подобных схем, заключаются в отсутствии цепей обратной связи и, следовательно, невозможности управления выходным напряжением при больших нагрузках. При использовании развязывающих трансформаторов, рассчитанных на уровень нагрузки 1 Вт, выходное напряжение, как было доказано опытным путем, может возрастать до 5,5 В при нагрузке 20%. В схеме, представленной на рис. 85.2, управляющая выходным напряжением обратная связь осуществляется с помощью ИС TPS5094, которая состоит из оптрона и источника эталонного напряжения. Ее использование приводит к стабилизации выходного напряжения при больших нагрузках. В схеме стабилизатора применяется внутренний источник эталонного напряжения (типа TL431) микросхемы TPS5094 для установки напряжения срабатывания оптрона ($U_{\text{REF}} = 2,51 \text{ В}$). Два резистора 4,7 кОм (R5 и R6) позволяют получать нужное значение выходного

напряжения. При потреблении всего лишь в 500 мкА реальное значение выходного напряжения схемы составило 4,95 В. Кроме того, оптрон управляет выводом отключения (SD) микросхемы MAX253 через усилительный транзистор ZTX451. При превышении выходным напряжением заранее установленного значения схема выключается. Таким образом, схема работает в пульсирующем режиме при низких уровнях нагрузки, включаясь и отключаясь по мере необходимости. При увеличении нагрузки прибор переходит в режим, когда переключения происходят постоянно.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ДВУХТАКТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

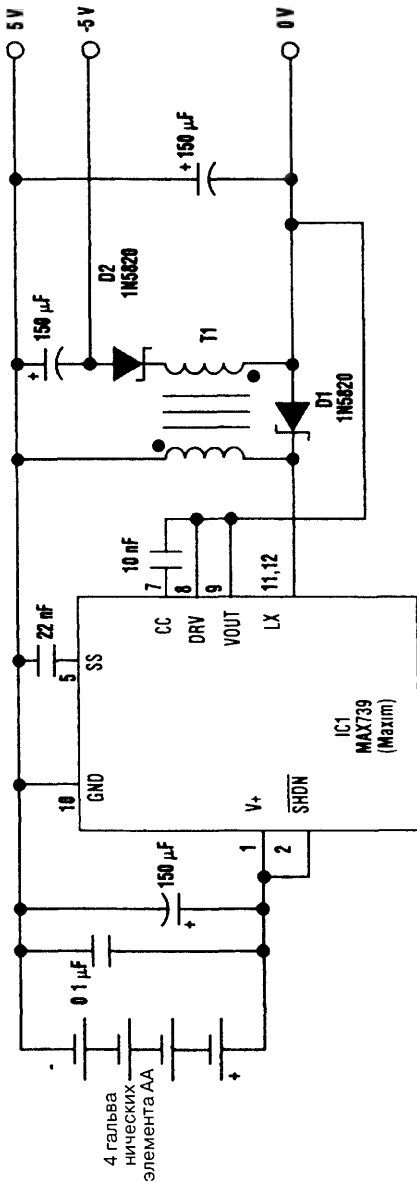


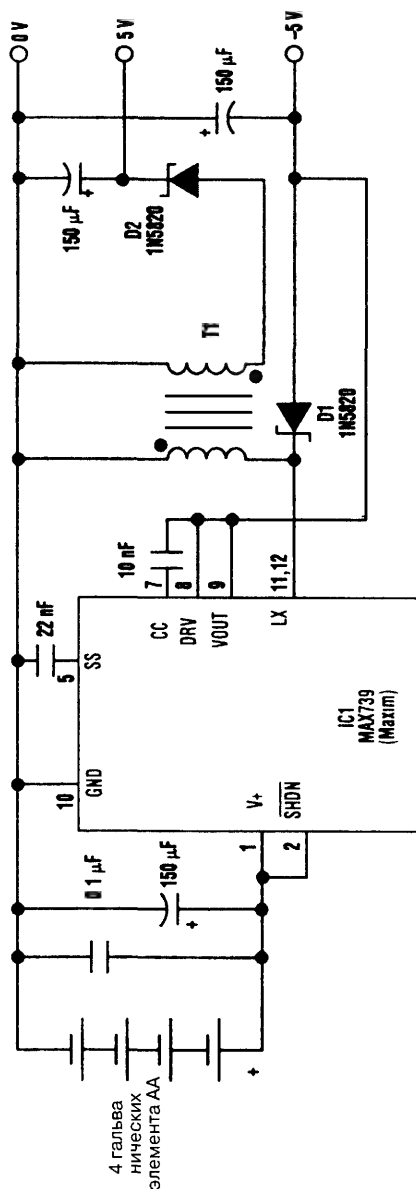
Electronics Now

Рис. 85.3

Двухтактный преобразователь состоит из двух прямых преобразователей, рабочие циклы которых смещены друг относительно друга на 180° . Каждая часть двухтактного преобразователя отдает ток в нагрузку в свою половину цикла, индуктивность запасает энергию. Диоды D1 и D2 открыты одновременно между периодами включения транзисторов, эффективно закорачивая (на нагрузку) вторичную обмотку развязывающего трансформатора. Действуя как коммутирующие элементы, эти диоды способствуют отдаче полезной энергии в нагрузку.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ 5 В





Electronic Design

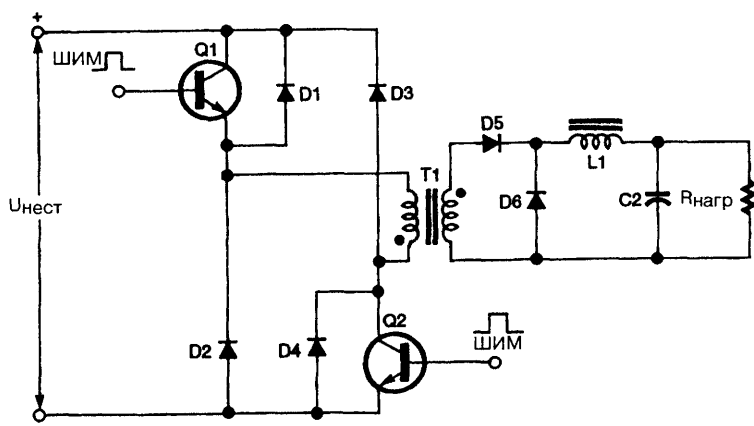
Рис. 85.4 (6)

Примечание. Трансформатор T1 – CTX20-4 производства Coiltronics

Схема преобразователя представляет собой инвертирующий импульсный стабилизатор с дополнительной обмоткой (см рис 85 4а) При коммутации встроенного ключевого элемента ИС IC1 схема подает на обмотку напряжение, равное сумме

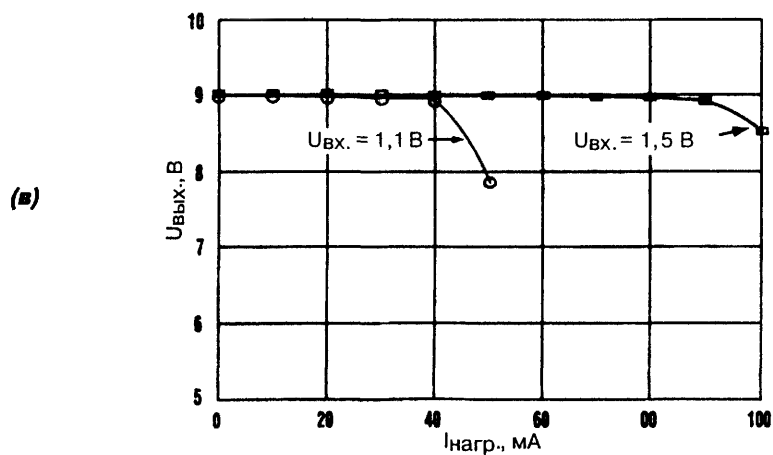
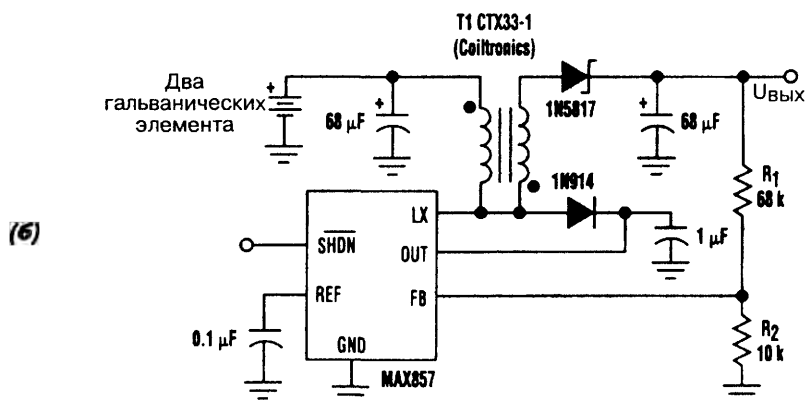
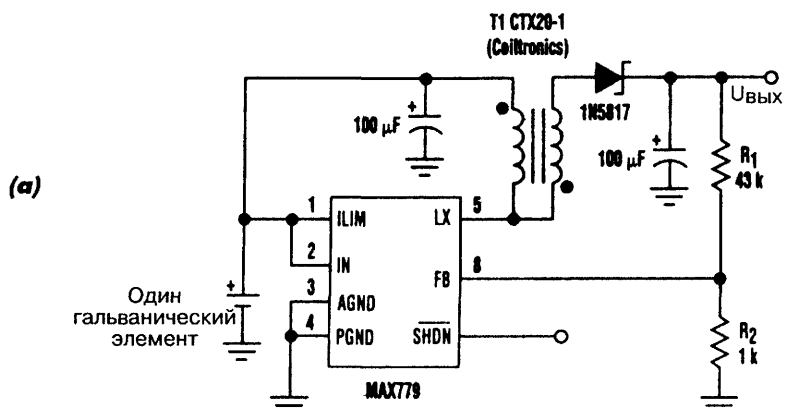
выходного U_{OUT} и прямого падения напряжения на диоде. При правильно выбранной схеме включения (см. рис. 85 4а) на вторичной обмотке (расположенной справа) образуется напряжение, служащее дополнительным источником питания (-5 В, как показано на схеме). Выходное напряжение подается на вывод обратной связи ИС (контакт 8). Схема построена таким образом, что для большей устойчивости к стабилизированному выходу (в описываемом случае -5 В) можно подключать большую нагрузку, поскольку в большинстве схем шина с отрицательными напряжениями используется для задания напряжения смещения. Для тех случаев, когда необходимо питать нагрузку от отрицательного источника, рекомендуется схема включения вторичной обмотки (см. рис. 85 4б), позволяющая получать на выходе 5 В. Трансформатор должен иметь бифилярно выполненные обмотки для улучшения связи между ними. Величина отрицательного напряжения (номинальное значение -5 В) зависит от тока нагрузки и отношения числа витков обмоток трансформатора (отношение витков не обязательно равно $1:1$). При токах нагрузки $5-50$ мА на выходе -5 В изменение выходного напряжения не превышает 300 мВ, что меньше, чем для схем с перекачкой заряда. При отсутствии нагрузки отрицательное выходное напряжение повышается из-за выпрямления напряжения «звона», который возникает при включении диода D2.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ПОЛУМОСТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ



Полумостовые преобразователи достаточно популярны среди импульсных источников питания. Один и тот же преобразователь может работать от переменного входного напряжения и 120 , и 240 В, для этого следует лишь заменить устройства ввода, он обладает очень хорошими выходными параметрами по уровню шума и переходным характеристикам и может быть рассчитан на мощность $150-500$ Вт.

ПОВЫШАЮЩИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЯ



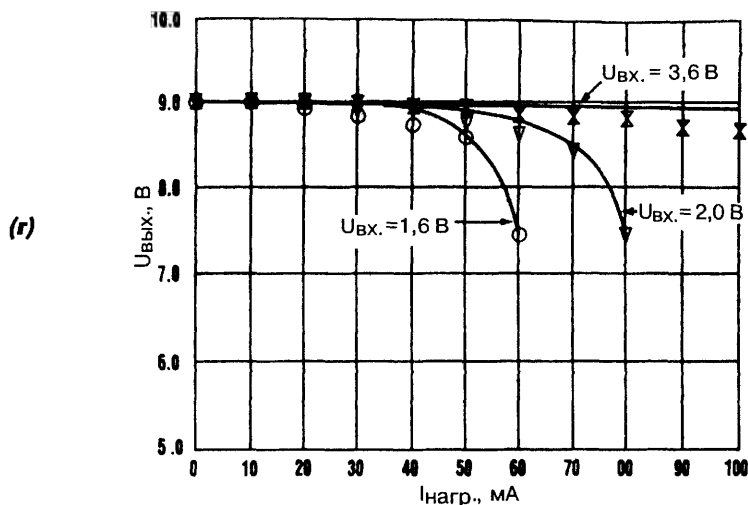


Рис. 85.6 (г)

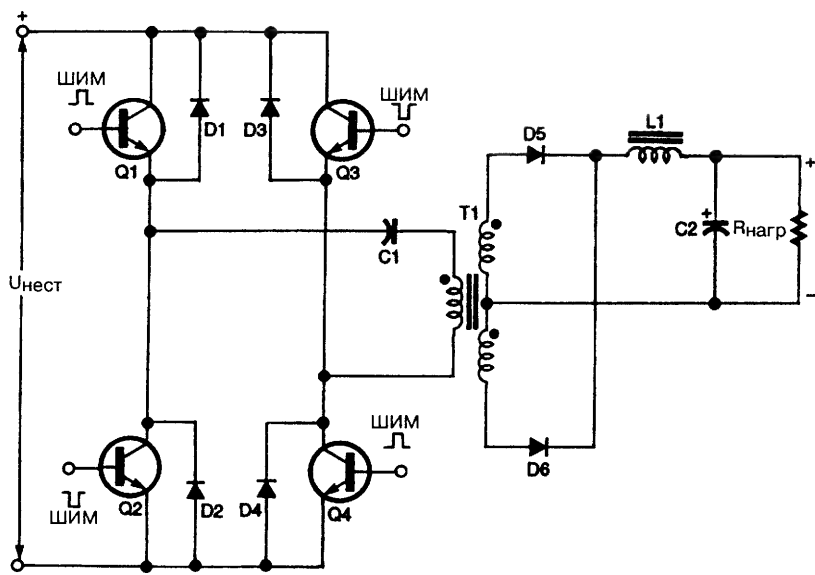
Примечание.

1. Величина сопротивления $R1$ (см. рис. 85.6а) определяется выражением $R1 = R2 \times [(U_{\text{вых}} / 0,2025) - 1]$. Представленная на рис. 85.6а автотрансформаторная схема позволяет увеличивать выходное напряжение до 10 В, если использовать в качестве источника входного напряжения один гальванический элемент.
2. Величина сопротивления $R1$ (см. рис. 85.6б) определяется выражением $R1 = R2 \times [(U_{\text{вых}} / 1,25) - 1]$. Представленная на рис. 85.6б схема при питании от двух гальванических элементов помимо увеличения выходного напряжения до 10 В позволяет получить стабилизированное напряжение при токах нагрузки до 100 мА.

Микросхемы повышающих преобразователей постоянного тока малых входных напряжений в ток более высокого уровня часто характеризуются малыми напряжениями пробоя порядка 5–6 В. Это ограничивает величину максимального выходного напряжения для такого типа приборов. Однако, добавив в схему автотрансформатор, можно удвоить величину выходного напряжения без опасности превысить напряжение пробоя микросхемы. Специально намотанный дроссель с отводом от середины обмотки применяется в качестве трансформатора с коэффициентом трансформации, равным 1. Его использование с ИС, которая обычно повышает входное напряжение при питании от одной батарейки до 6 В, позволяет получить стабилизированное выходное напряжение 9 В, при этом напряжение на микросхеме не превышает 4,5 В (см. рис. 85.6а). Данная схема может применяться в системах пожарной сигнализации либо других типах оборудования, питающегося от батареек. Выходной ток схемы достигает 30 мА при выходном напряжении 9 В и питании от одной батарейки напряжением 1,1 В. При повышении входного напряжения до 1,5 В схема отдает ток 90 мА при выходном напряжении 9 В (рис. 85.6в). Похожая по принципам построения схема (рис. 85.6б) при питании от двух батареек при выходном напряжении 9 В с входным напряжением 1,6 В

обеспечивает ток нагрузки 30 мА, а с входным напряжением 3,6 В – 80 мА (см рис. 85.6г).

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА МОСТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ



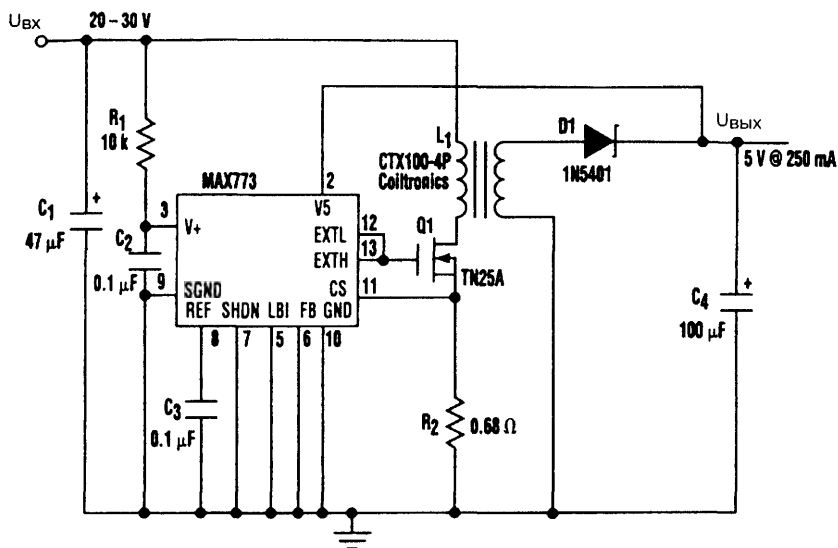
Electronics Now

Рис. 85.7

В настоящее время большинство импульсных источников питания, рассчитанных на мощность свыше 500 Вт, представляют собой варианты схемы преобразователя, показанного на рис. 85.7. В устройстве использованы четыре транзистора; так как транзисторы противоположных диагоналей одновременно открыты, цепи управляющих сигналов, подающихся на базу каждого транзистора, должны быть изолированы. Преобразователи типа «полный мост» обычно выполнены в виде отдельных блоков и применяются для питания больших и сверхбольших ЭВМ.

ПОНИЖАЮЩИЙ СТАБИЛИЗАТОР ИЗ ПОВЫШАЮЩЕГО

Введение трансформатора в схему стандартного повышающего стабилизатора постоянных напряжений позволяет использовать в качестве входных напряжения 20 В и выше, а сам стабилизатор как понижающий. Схема, показанная на рис. 85.8, рассчитана на входные напряжения 30 В, но может быть легко модернизирована и для более высоких напряжений. Стандартный трансформатор с отношением числа витков обмоток 1:1 (в схеме применен трансформатор фирмы Coiltronics



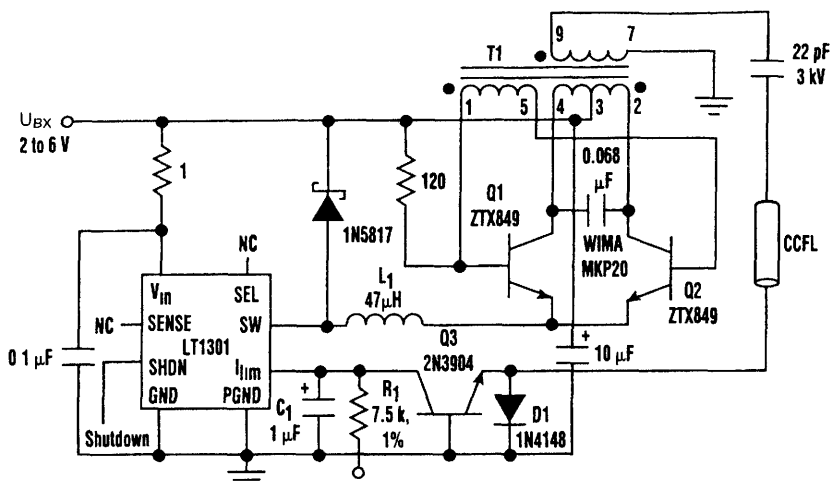
Electronic Design

Рис. 85.8

СТХ100-4Р) упрощает задачу. такое соотношение числа витков обмоток повышает стабильность работы, обеспечивая коэффициент заполнения меньше 50%. В идеальном трансформаторе с соотношением витков 1:1 напряжение на первичной обмотке было бы равно $U_{BX} + U_{ВЫХ}$, но для реального трансформатора оно будет несколько выше. Это напряжение подается на транзистор Q1, следовательно, минимальное напряжение пробоя Q1 должно быть не меньше величины, определяемой выражением $2U_{BX} + U_{ВЫХ}$. Резистор R2 ограничивает максимальное значение тока (через Q1 и L1) величиной 0,33 А. Напряжение смещения с резистора R1, определяемое величиной протекающего через него тока 2 мА, подается на встроенный параллельный стабилизатор, в качестве которого используется стабилитрон. Чтобы обеспечить более широкий диапазон входных напряжений, необходимо заменить резистор R1 источником стабильного тока.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С ВХОДНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ 2–6 В ДЛЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ ЛАМПЫ

Напряжение, подаваемое на вход источника питания, может изменяться от 2 до 6 В. Источник питания, схема которого приведена на рис. 85.9, обеспечивает ток от 100 мкА до 2 мА, достаточный для управления небольшой (75 мм) флуоресцентной лампой. Интегральный микромощный преобразователь постоянных напряжений LT1301 используется вместе с управляемым током преобразователем Роера, состоящим из T1, Q1 и Q2. Когда приложенное напряжение складывается с напряжением настройки интенсивности V_A , вывод I_{LIM} микросхемы LT1301 получает слабое положительное смещение, что вызывает переключение внутреннего ключевого транзистора (SW). Через L1 протекает ток, который ответвляется через



Electronic Design

Рис. 85.9

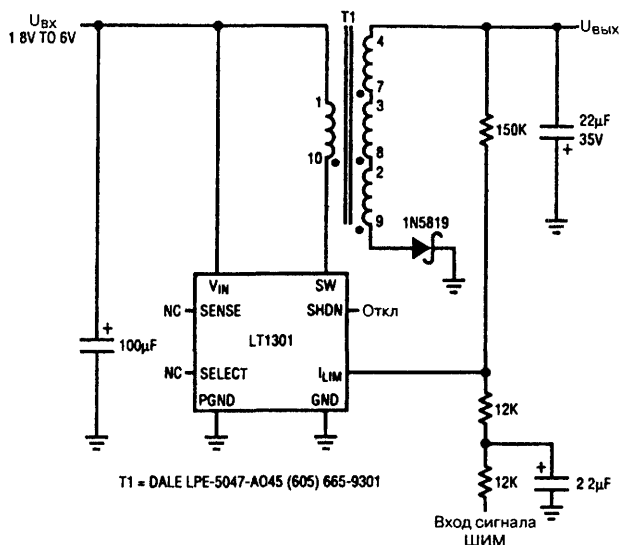
Примечание.

1. Дроссель L1 фирмы Coilcraft D03316-473
2. Трансформатор фирмы Coiltronics CTX110654-1.
3. Напряжение постоянного тока настройки интенсивности V_A от 0 до 5 В, ток лампы от 100 мкА до 2 мА

транзисторы от середины обмотки трансформатора Т1. Действием стабилизатора в импульсном режиме ток, протекающий через L1, замыкается на «землю». Частота преобразователя Роера определяется прежде всего характеристиками Т1 (включая и его нагрузку), а также конденсатором емкостью 0,068 мкФ. Интегральная микросхема LT1301 управляет L1, который устанавливает величину остаточного тока Q1 – Q2 и таким образом задает уровень управляющего сигнала для Т1. Диод 1N5817 пропускает ток через L1, когда переключающий выход ИС LT1301 закрыт. Конденсатор 0,068 мкФ с L1 устанавливает напряжение синусоидальной формы, управляющее их работой, на коллекторах Q1 и Q2. Трансформатор Т1 – повышающий, в результате функционирования схемы на его вторичной обмотке генерируется напряжение с амплитудой порядка 1400 В.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КонтРАСТом ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИСПЛЕЯ

Представленная на рис. 85.10 интегральная микросхема LT1301 вырабатывает напряжение отрицательной полярности, которое может изменяться от –4 до –29 В в зависимости от управляющего сигнала ШИМ, задаваемого системным микропроцессором. LT1301 является интегральным импульсным микромощным преобразователем, ток покоя которого составляет 120 мкА, а ток отключения – 10 мкА.



Linear Technology

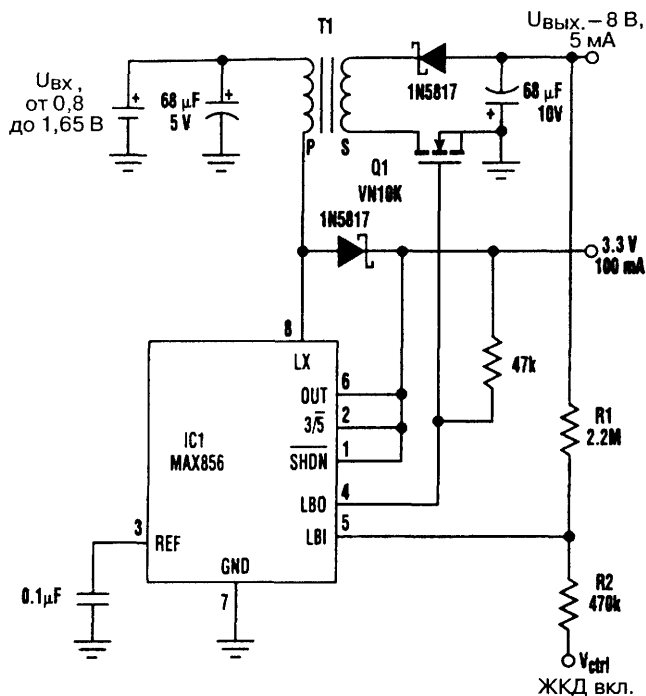
Рис. 85.10

Примечание. Напряжение управления контрастом ЖКД, вырабатываемое схемой, изменяется от -4 до -29 В. Максимальный ток составляет: 12 мА при входном напряжении 1,8 В (эффективность преобразования 77%), 20 мА при входном напряжении 3 В (эффективность преобразования 83%). Изменение входного сигнала ШИМ в диапазоне 0–100% изменяет напряжение питания КМОП структуры от 0 до 5 В.

Входное напряжение может находиться в пределах от 1,8 до 6 В, при этом схема становится идеальной для питания от батареек. В схеме обратного преобразователя использован стандартный трансформатор Т1 с четырьмя обмотками, с независимым выводом концов всех обмоток. Три обмотки включены последовательно, чтобы получить соотношение числа витков 1:3. Напряжение обратной связи подается на токоограничивающий вход I_{LIM} для контроля работы генератора. Поступающий на вход микросхемы сигнал логического уровня, например ШИМ сигнал, генерируемый на выходе микропроцессора или отдельной схемой, задает выходное напряжение. Эффективность преобразования очень высока, даже при низких входных напряжениях.

ЦЕПЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СМЕЩЕНИЯ ДЛЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИСПЛЕЯ

Промежуточный преобразователь, приведенный на рис 85.11, может использоваться в качестве источника низких напряжений, которые необходимы в пейджерах или других портативных устройствах, снабженных небольшими графическими жидкокристаллическими дисплеями (ЖКД). Схема обеспечивает стабилизированное напряжение 3,3 В с током нагрузки до 100 мА, а также стабилизированное



Electronic Design

Рис. 85.11

Примечание. Спецификация трансформатора $T1$: индуктивность первичной обмотки 22 мкГн, отношение числа витков первичной обмотки к вторичной $\geq 6:1$. Выходное напряжение определяется выражением

$$U_{вых} = R1 / R2 (1,25 \text{ В} - V_{CTRL}) + 1,25 \text{ В}.$$

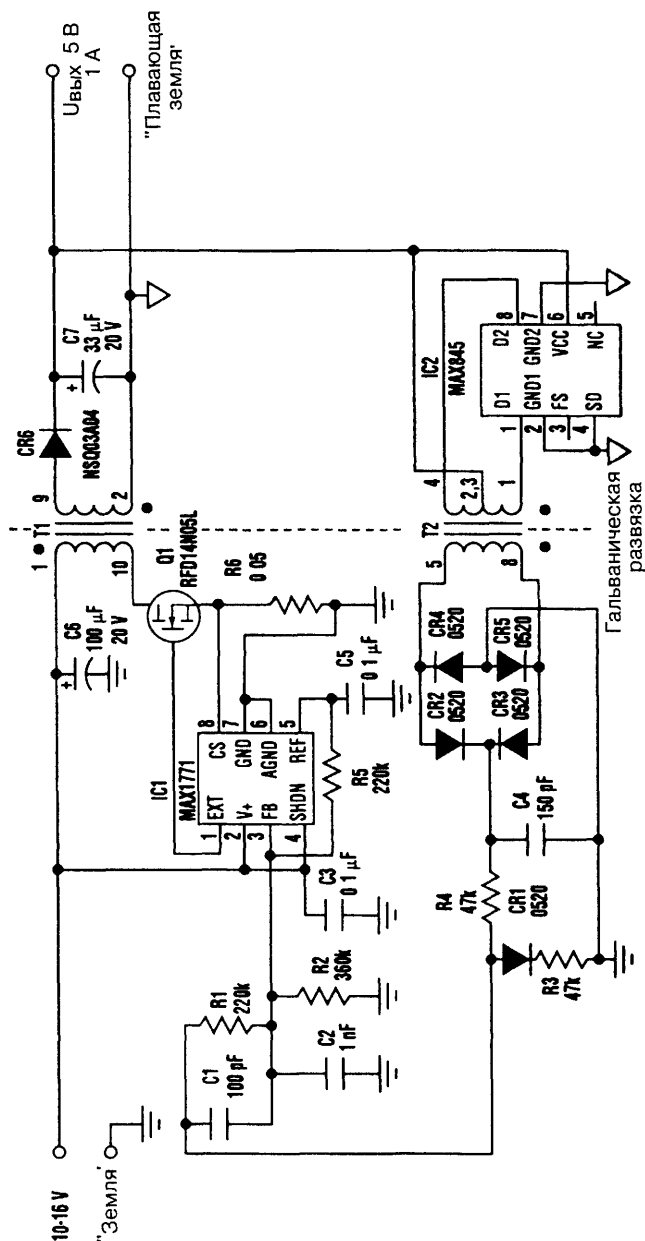
отрицательное напряжение, необходимое для цепей смещения ЖКД. Эффективность преобразования (КПД) составляет примерно 80%. Основное напряжение питания 3,3 В вырабатывается промежуточным преобразователем (IC1); дополнительное – дополнительной обмоткой (вторичная обмотка $T1$), стабилизируется транзистором $Q1$ с использованием выхода 4 (LBO) датчика разряда батарей IC1. По мере разряда батареи снижение ее напряжения вызывает уменьшение напряжения во вторичной обмотке. При минимальном значении напряжения батареи (0,8 В) на первичную обмотку трансформатора $T1$ поступает $3,3 - 0,8 = 2,5$ В. Так как коэффициент трансформации равен 6:1, на вторичной обмотке напряжение равно 15 В ($6 \times 2,5$ В). При максимальном значении на батарее 1,65 В на первичной обмотке напряжение составляет только 1,5 В, а на вторичной – 9,9 В. МДП полевой транзистор $Q1$ стабилизирует выходное напряжение, прерывая ток вторичной обмотки и внося таким образом необходимую стабилизацию выходного отрицательного напряжения. Стабилизатор использует датчик разряженности батареи

ИС IC1 (комбинация опорного сигнала и компаратора) в качестве управляющего состоянием ВКЛЮЧЕНО/ВЫКЛЮЧЕНО транзистора Q1. В данной схеме делитель R1, R2 поддерживает напряжение на входе LBI (вход БАТАРЕЯ РАЗРЯЖЕНА) между значениями V_{CTRL} (обычно 3,3 В) и напряжением смещения ЖКД (обычно –8 В). Значения R1 и R2 выбраны такими, что выход LBO (БАТАРЕЯ РАЗРЯЖЕНА) отключается, если смещение ЖКД становится очень высоким (и «загоняет» напряжение на LBI ниже 1,25 В). Ток нагрузки заставляет напряжение смещения ЖКД снижаться до тех пор, пока на LBI будет меньше 1,25 В, следовательно, Q1 опять включится. Логический сигнал «ЖКД вкл.» на экране сообщает о наличии отрицательного напряжения смещения.

ИСТОЧНИК НАПРЯЖЕНИЙ 5 И 3,3 В

Микросхема, представленная на рис. 85.12, широко применяется для получения напряжений 5 и 3,3 В, так как состоит из двух регуляторов с достаточно высокой эффективностью преобразования (как правило, больше 90%). Однако ИС имеет структуру импульсного понижающего стабилизатора, что не позволяет ей вырабатывать напряжения, равные входному ($U_{вх}$) или выше. Например, использование четырех NiCd или NiMn элементов уже сложно, поскольку их суммарное выходное напряжение в зависимости от степени разряженности может быть выше или ниже 5 В. Для решения проблемы применяют обратноточковую схему преобразования, что позволяет использовать входные напряжения, изменяющиеся в диапазоне 4–7 В. Чтобы обеспечить необходимый сигнал управления на затворе внешнего ключевого МДП полевого транзистора (Q1) необходимо соединить вывод LX5 с «землей», а BST5 – с внутренним источником напряжения 5 В (VL). Когда Q1 переходит в открытое состояние, ток в первичной обмотке T1 возрастает, энергия запасается в магнитном сердечнике. Когда Q1 выключается, синхронизированный выпрямляющий МДП полевой транзистор Q2 переходит в открытое состояние и проводит ток к выходным клеммам с напряжением 5 В. В цепи обратного хода ток нагрузки протекает лишь при открытом выпрямителе. Действительно, IC1 является понижающим импульсным стабилизатором с управлением по токовой составляющей, для которого контроль выходного тока производится при открытом Q1. Когда Q1 открыт, в трансформаторе тока T2 протекает ток первичной обмотки T1, T2 уменьшает его значение в 70 раз (в соответствии с коэффициентом трансформации, определяемым соотношением числа витков обмоток) и подает напряжение на резистор R1. Для уверенности в том, что синхронизированный выпрямитель Q2 остается открытым, когда Q1 закрыт, с помощью простой схемы выпрямления (C4 и D5) и делителя напряжения (R3 и R4) накладывают небольшое напряжение смещения на сигнал токочувствительного элемента. Таким образом, Q2 остается в проводящем состоянии, поскольку IC1 не регистрирует нулевого значения выходного тока. Выходное напряжение стабилизировано на уровне 5 В ($\pm 5\%$), максимальный ток нагрузки равен 1 А во всем диапазоне входных напряжений стабилизатора.

ИМПУЛЬСНЫЙ СТАБИЛИЗАТОР С ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

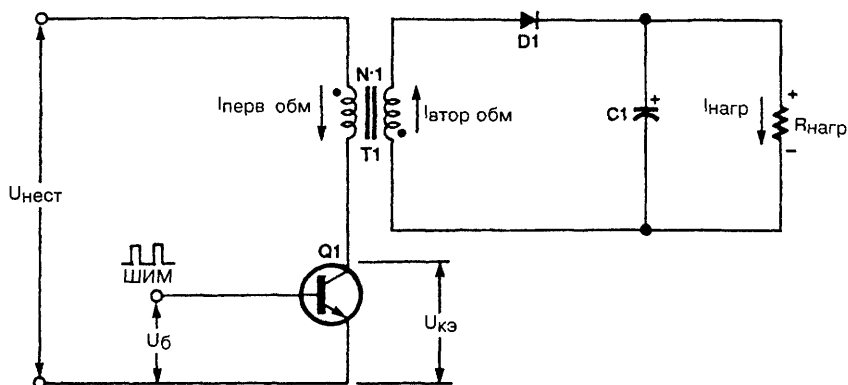


Примечание. Трансформатор T1 Dale LPE-6562 с индуктивностью первичной обмотки 10 μH (коэффициент трансформации 1:1:1:1). Трансформатор T2 типа Halo TM-010P3.

Сигнал обратной связи (подается на контакт 3 IC1), пропорциональный стабилизированному выходному напряжению 5 В, имеет полную гальваническую развязку. Это достигается модуляцией выходного напряжения с помощью микросхемы IC2 и передачей сигнала через трансформатор T2, позволяя создать схему полностью изолированного преобразователя постоянного тока в постоянный без недостатков, присущих оптронам, таких как ширина зоны пропускания или время наработки. Схема управления (IC2) генерирует на трансформаторе переменный сигнал, пропорциональный необходимому напряжению обратной связи, с помощью заземления каждого вывода первичной обмотки T2, имеющей отвод от середины. Диодный мост (CR2 – CR5) и конденсатор C4 выпрямляют выходное напряжение трансформатора, а диодно-резистивная цепь (CR1, R3 и R4) компенсирует температурную нестабильность выпрямительного моста. Таким образом, получено полностью термокомпенсированное напряжение, величина которого немного ниже $0,5 U_{\text{вых}}$. По отношению к выходному напряжению 5,00 В схема обратной связи обеспечивает изолированное напряжение 2,404 В (на выводе 3 IC1) и вводит задержку в 250 нс на частоте 100 кГц, эквивалентную фазовому сдвигу в 9° . Такая величина задержки вполне достаточна для замкнутой системы автоматического управления большинства импульсных преобразователей. Общий ток потребления ИС IC2 и цепи температурной компенсации не превышает 6 мА. Используя неизолированный обратноходовой стабилизатор напряжения на 5 В, в котором выходное напряжение берется непосредственно с верхнего вывода C1 и R1, можно ввести изолированную обратную связь (нижняя половина схемы) между точками $U_{\text{вых}}$ и C1/R1. Для согласования вводимой дополнительно цепи изолированной обратной связи необходимо уменьшить величину R1, чтобы напряжение делителя R1, R2 стало сравнимым с собственным эталонным напряжением обратной связи IC1 (1,5 В). Работа изолированного преобразователя не отличается от неизолированного, за исключением некоторого потребления мощности цепью изолированной обратной связи. Трансформатор T2 обеспечивает защиту при напряжениях до 500 В (среднеквадратичного значения), а также и до 1500 В.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ОБРАТНОХОДОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Обратноходовой преобразователь, схема которого приведена на рис. 85.14, – это вариант импульсного повышающего стабилизатора на одном ключевом транзисторе Q1 с трансформатором вместо входного дросселя L1. Автономные преобразователи данного типа, как правило, имеют мостовой выпрямитель, преобразующий переменное напряжение 120 В в постоянное 150 В для питания импульсной части



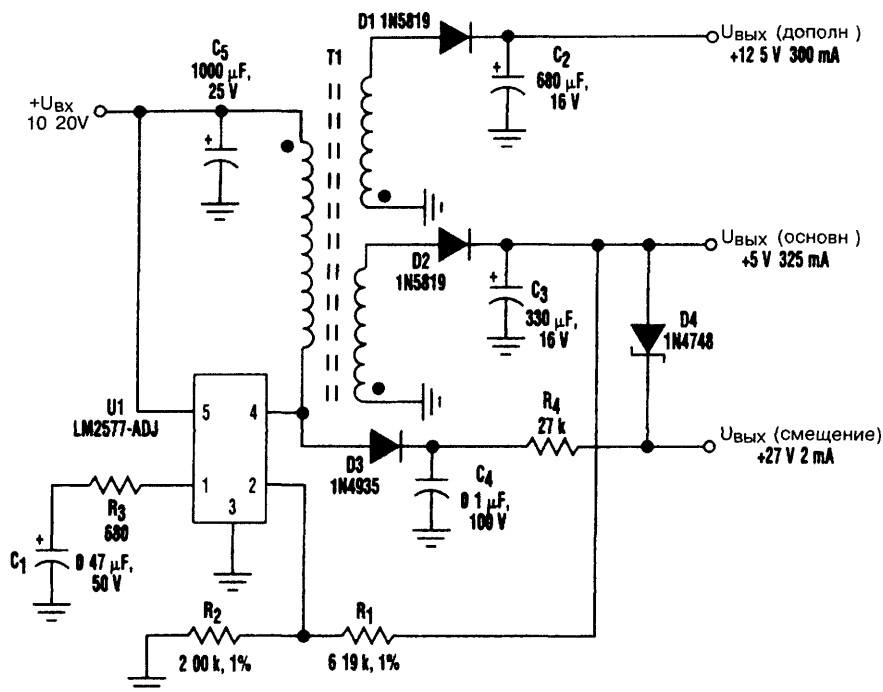
Electronics Now

Рис. 85.14

схемы. В первичной обмотке трансформатора $T1$ ток нарастает линейно, при этом в сердечнике трансформатора, подобно дросселю, запасается электромагнитная энергия. Как только $Q1$ отключается, магнитный поток начинает уменьшаться, а напряжение на выводах обмоток меняет знак. Во время следующего периода (обратного хода), когда $Q1$ закрыт, во вторичной обмотке трансформатора запасенной энергией индуцируется ток, который заряжает конденсатор $C1$ и идет в нагрузку. Замкнутая система автоматического управления ШИМ регулирует циклы проводящего состояния транзистора $Q1$, сравнивая выходное напряжение с эталонным. Если ток нагрузки возрастает, то продолжительность времени включенного состояния увеличивается; если нагрузка уменьшается, уменьшается и время.

ДЕМПФИРУЮЩАЯ СХЕМА ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ

Несомненное преимущество обратноходового преобразователя – это наличие нескольких обмоток с различными напряжениями при использовании одной магнитной системы, что позволяет ему быть компактным и достаточно дешевым. Схема, представленная на рис. 85.15, имеет основной выход с напряжением +5 В и вспомогательный с напряжением +12,5 В. Основу устройства составляет ИС LM2577-ADJ («простой переключатель» производства компании National Semiconductor) и резисторы $R1$ и $R2$, обеспечивающие обратную связь для поддержания основного выходного напряжения +5 В. Пассивная стабилизация вспомогательного выходного напряжения +12,5 В устанавливается за счет магнитной связи обмоток трансформатора. $R3$ и $C1$ – элементы компенсации. Для получения напряжения смещения +27 В в трансформаторе допустимо использовать еще одну обмотку. Такое напряжение можно получить и с помощью передачи выбросов напряжения из первичной обмотки через диод $D3$ на накопительный конденсатор $C4$. Разряд же конденсатора происходит как посредством нагрузки, подключаемой



Electronic Design

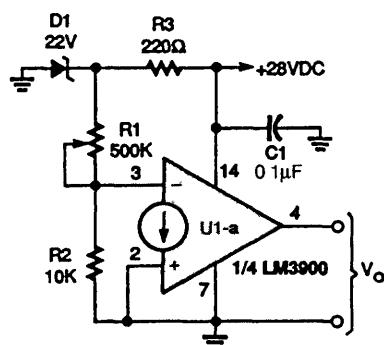
Рис. 85.15

к выходным клеммам напряжения смещения, так и за счет шунтирующего стабилитрона D4. Израсходованный заряд конденсатора почти полностью восстанавливается следующим выбросом напряжения. Таким образом, модифицированная демпфирующая схема служит для рационального использования энергии.

ГЛАВА 86

ИСТОЧНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫХОДОМ

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫХОДНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ



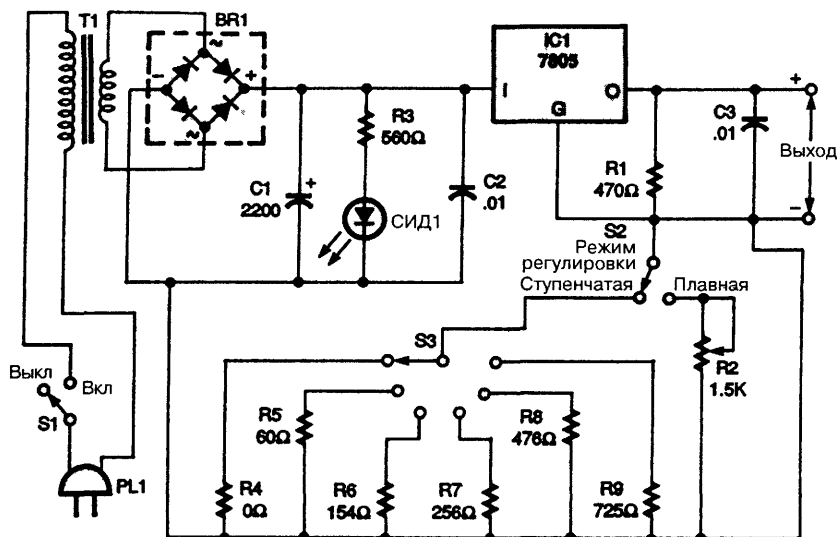
Popular Electronics

Рис. 86.1

Выходное напряжение источника питания может изменяться от 0,6 до 20 В в зависимости от величины сопротивления R1

ЛАБОРАТОРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

В источнике питания, схема которого представлена на рис 86 2, выходное напряжение можно изменять по линейному закону с помощью потенциометра R2 либо ступенчато переключателем S3

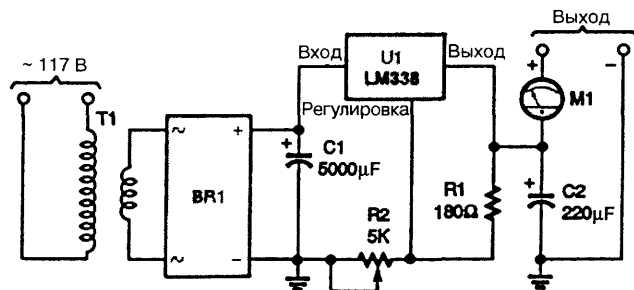


Popular Electronics

Рис. 86.2

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА



Popular Electronics

Рис. 86.3

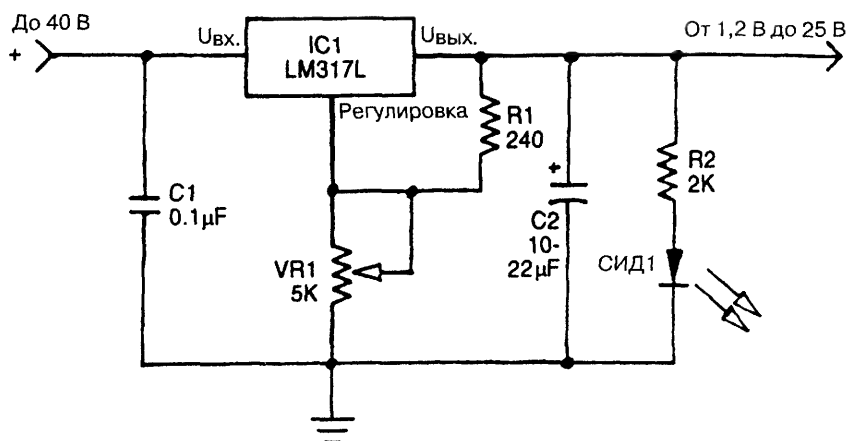
На рис. 86.3 приведена схема источника постоянного тока. Выходные напряжения подаются на выведенные на лицевую панель разъемы типа «банан». Трансформатор Т1 рассчитан на напряжения 24–26 В и ток 1–5 А. Емкость конденсатора С1 должна быть не менее 1000 мкФ на каждый ампер выходного постоянного тока, С2 – от 220 до 470 мкФ. Конденсатор С2 позволяет получить для стабилизатора

удовлетворительные характеристики при быстротекущих переходных процессах. Выпрямительный мост BR1 имеет обратное напряжение 50 В. ИС U1 следует монтировать на радиаторе. Амперметр М1 рассчитан на предел измерений 0–5 А или 0–10 А. Значение выходного напряжения (в вольтах) определяется соотношением

$$U_{\text{вых}} = 1,26 (R2/R1 + 1)$$

и регулируется сопротивлением R2 в пределах приблизительно 1,2–30 В.

ПРОСТОЙ РЕГУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПОСТОЯННОГО НАПЯЖЕНИЯ



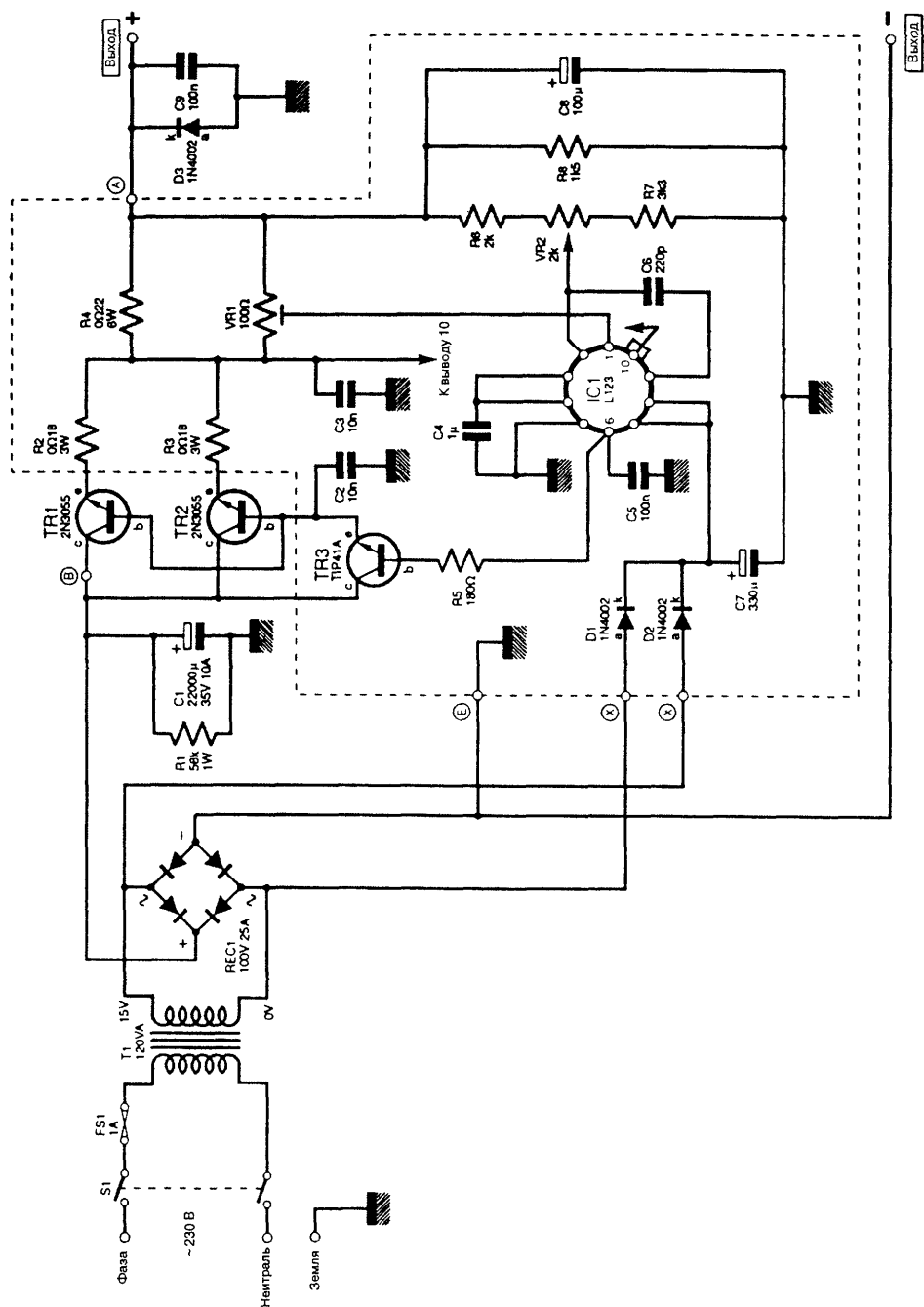
Nuts and Volts

Рис. 86.4

Этот регулируемый источник напряжения может найти широкое применение в качестве простого и недорого устройства. В нем используется ИС LM317L для поверхностного монтажа, но могут применяться схемы и в другом исполнении.

РЕГУЛИРУЕМЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА С НАПЯЖЕНИЕМ 12–16 В И ТОКОМ ДО 7,5 А

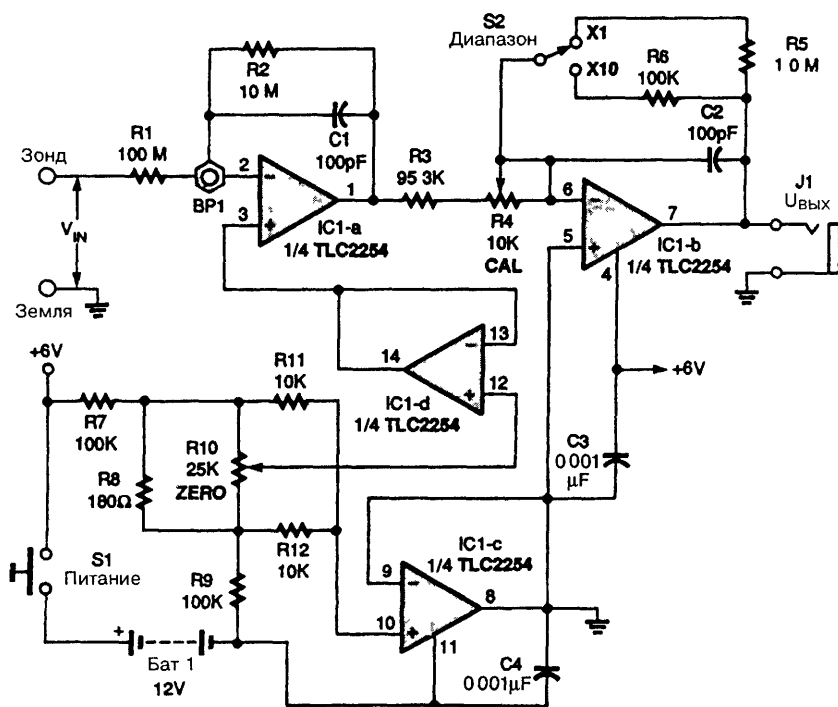
В источнике питания, схема которого приведена на рис. 86.5, используется ИС L123 и два силовых транзистора 2N3055 в качестве последовательных регуляторов. VR1 ограничивает ток, а VR2 регулирует напряжение. Транзисторы 2N3055 и TIP41A следует монтировать на радиаторах, так как рассеиваемая мощность может достигать 50 Вт.



ГЛАВА 87

СХЕМЫ ПРОБНИКОВ

АКТИВНЫЙ ПРОБНИК С ВЫСОКИМ ИМПЕДАНСОМ

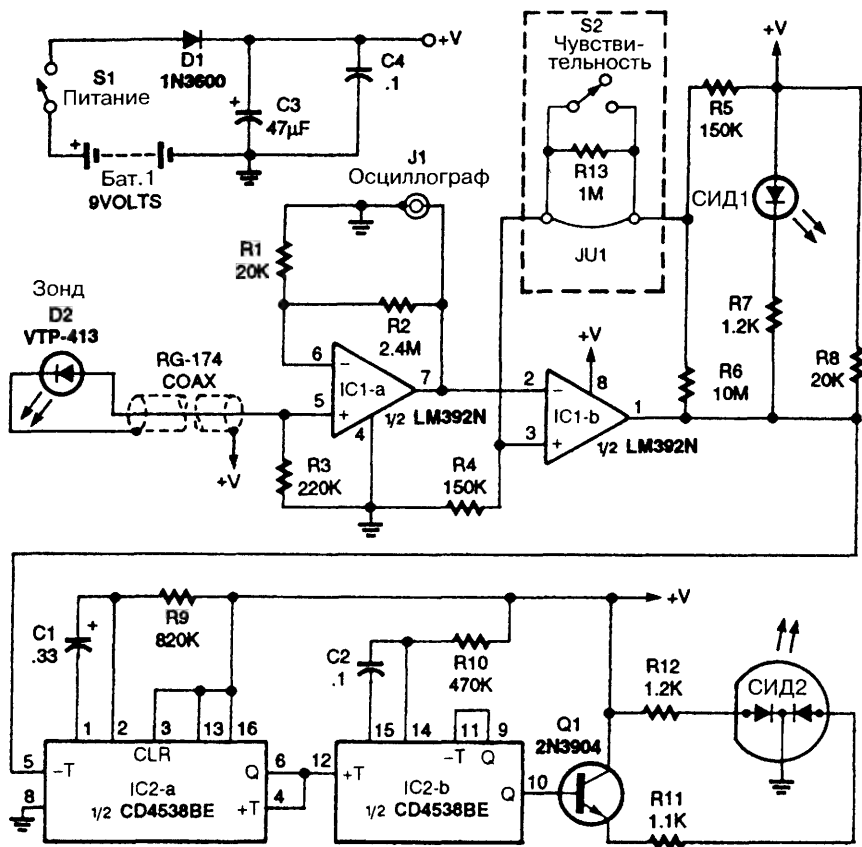


Popular Electronics

Рис. 87.1

Пробник с входным сопротивлением 100 МОм и питанием от батареи 12 В может использоваться как с цифровым вольтметром, так и с аналоговым комбинированным измерителем (мультиметром), предназначенным для измерений в цепях, которые требуют высокого входного сопротивления (импеданса). В нем применяется сборка из четырех ОУ типа TLC2254, вход имеет фторопластовую изоляцию для обеспечения малых токов утечки.

ИНФРАКРАСНЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ ТЕСТЕР



Electronics Now

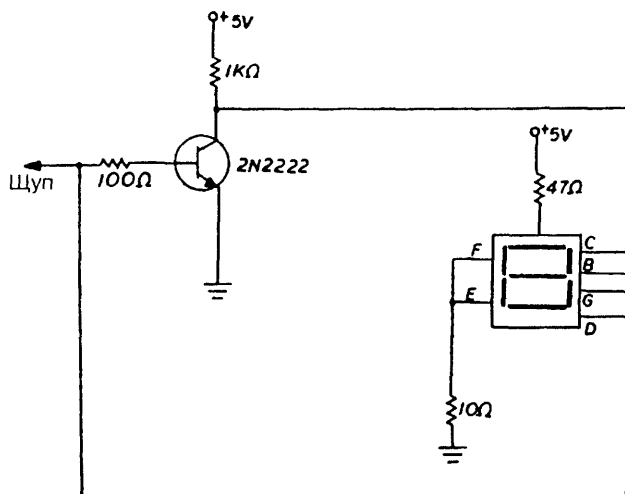
Рис. 87.2

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

Инфракрасное (ИК) излучение, регистрируемое фотодиодом D2, усиливается ИС IC1-a. Уменьшить чувствительность схемы, когда того требуют условия ее применения, можно резистором R2. С разъема J1 берется выходной сигнал на осциллограф, если необходимо видеть форму усиленного сигнала фотоприемника (это бывает удобным при наблюдении импульсных излучений пультов дистанционного управления). Формирователь прямоугольных сигналов на IC1-b преобразует сигнал от IC1-a в логические сигналы, поступающие на IC2-a. СИД1 с токоограничивающим резистором R7 указывает на присутствие установившегося потока ИК излучения или импульсного излучения с достаточно большой скважностью. Одновибратор IC2 преобразует последовательности импульсов, период длительности которых меньше, чем постоянная времени цепи R9 и C1, в низкочастотные импульсы с очень большой скважностью. Это обеспечивает подачу импульсов,

постоянных по частоте и скважности, на СИД2 вне зависимости от высокой частоты входных импульсов на IC2-а. Импульсы, которые поступают на вход IC2-а и имеют период, превышающий постоянную времени цепи R9 и C1, на выходе IC2-б преобразуются в выходные импульсы с той же длительностью, что и входные. Трехцветный СИД2 (сдвоенный красно-зеленый индикатор) действует как сигнальная лампа и индикатор источника пульсирующих ИК импульсов. СИД2 всегда будет светить красным и мигать желтым (красный + зеленый), когда обнаружены ИК импульсы. В качестве источника питания схемы используется батарея 9 В. Щелочные батареи обеспечивают многочасовую работу, так как в схеме применены ИС с малым потреблением. Для узконаправленных оптических переключателей и лазерных диодов, применяемых в устройствах для компакт-дисков и датчиков отражения, может потребоваться более высокая чувствительность. При использовании пробника для детектирования сигналов инфракрасных СИД, излучение которых не превышает 0,5 мВт, следует установить переключатель S2 и резистор R13; если излучение выше 0,5 мВт, то вместо переключателя необходимо поместить перемычку из проводника.

7-СЕГМЕНТНЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ ПРОБНИК

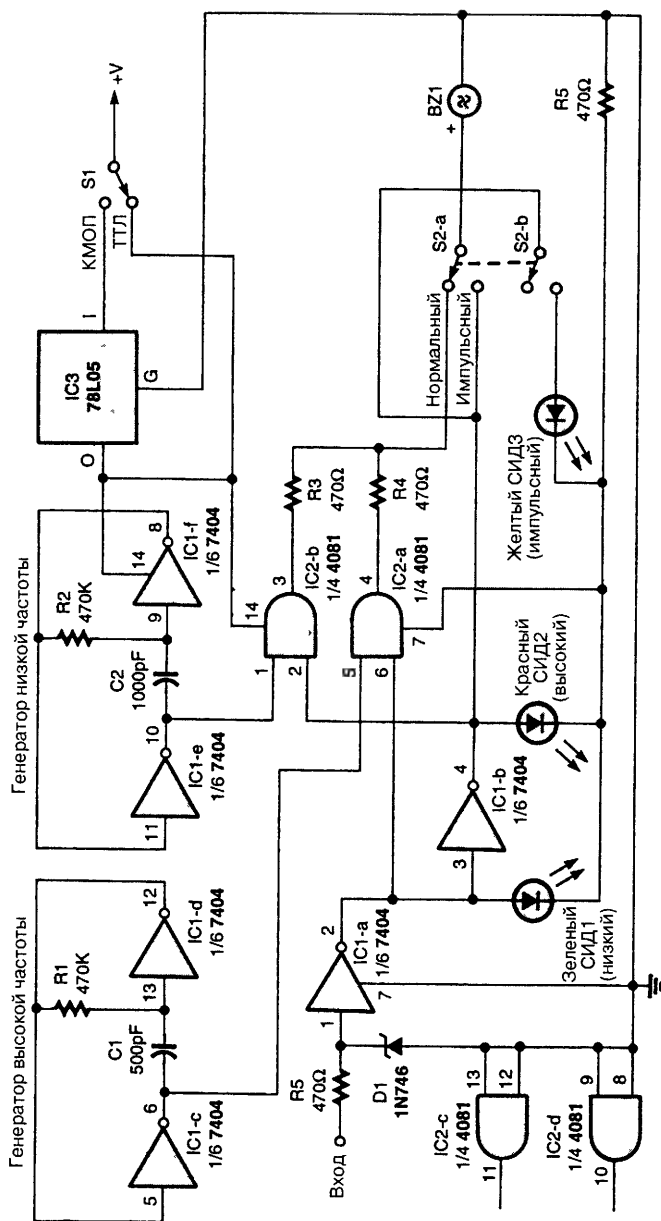


Nuts and Volts

Рис. 87.3

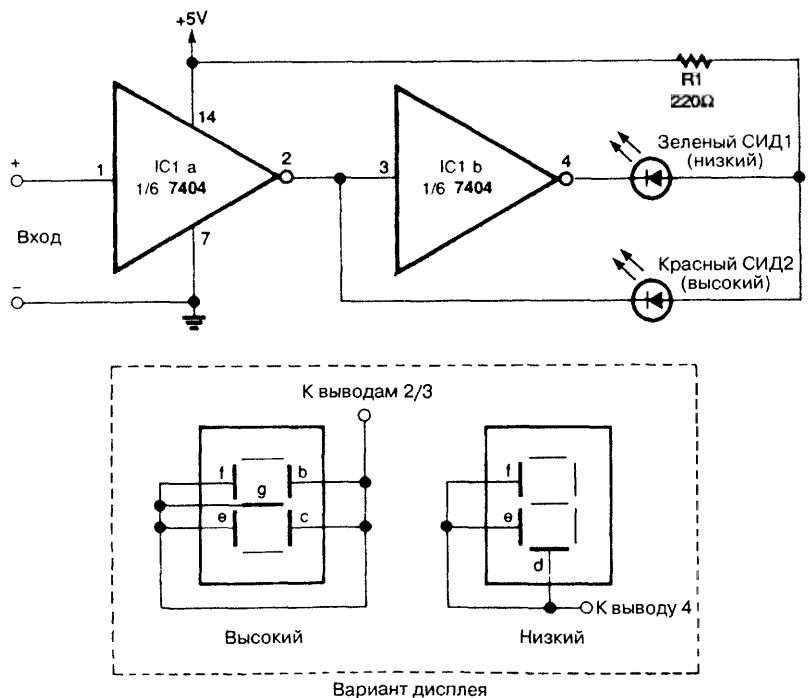
С помощью данной схемы определяется уровень сигнала (высокий или низкий) цифровых логических схем. На индикаторе схемы высвечивается буква «Н» (высокий уровень, +5 В) или «L» (низкий уровень, 0 В). Транзистор 2N2222 предназначен для включения соответствующих сегментов индикатора. При подаче на базу транзистора напряжения 5 В высвечивается буква «Н». В противном случае на индикаторе высвечивается буква «L», указывая, что транзистор управления сегментами закрыт.

ЛОГИЧЕСКИЙ ТЕСТЕР



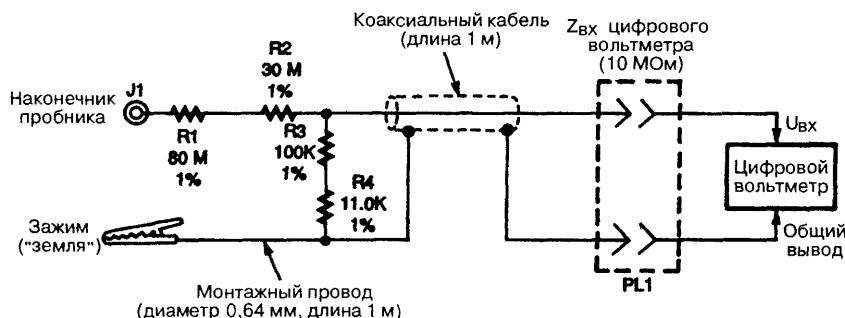
На рис. 87.4 приведена схема универсального логического тестера. Стабилитрон фиксирует входное напряжение, превышающее уровень напряжения переключения инвертора ТТЛ, равный 2,2 В, и может быть исключен из схемы, если тестер будет использоваться только в ТТЛ цепях. Схема тестера построена на инверторах IC1-a и IC1-b, представляющих собой часть ИС 7404. В зависимости от уровня сигнала на входе (высокий или низкий) инвертор использует логический элемент И IC2-a или IC2-b, каждый из которых является частью ИС 4081. Все логические элементы И подключены к генератору, причем один генератор имеет высокую, а второй – низкую частоты. Когда логический элемент И переходит на высокий уровень, он передает сигнал соответствующего генератора на пьезоизлучатель (BZ1). При высоком уровне на входе тон звукового сигнала BZ1 будет высоким, при низком уровне – низким. Если переключатель S2 находится в положении ИМПУЛЬСНЫЙ и на входе есть импульсный сигнал, то загорится желтый СИД, а частота звучания будет совпадать с частотой импульсного сигнала. Выбор напряжения производится переключателем КМОП/ТТЛ: либо от тестируемой цепи, либо от стабилизатора 78L05. Следует учитывать, что если переключатель находится в положении ТТЛ, то тестер может работать с постоянным напряжением только 5 В, а если в положении КМОП – то в диапазоне 7,5–35 В.

СХЕМА ЛОГИЧЕСКОГО ПРОБНИКА



В схеме логического пробника, представленной на рис. 87.5, включение красного СИД указывает на присутствие сигнала высокого уровня, а зеленого СИД – на сигнал низкого уровня. Также приводится вариант подключения 7-сегментного индикатора.

МИНИАТЮРНЫЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ДЕЛИТЕЛЬ



Electronics Now

Рис. 87.6

На рис. 87.6 приведена простая схема пробника. Схема состоит из обычного делителя напряжения, в котором использованы высоковольтные резисторы R1 и R2 с точностью изготовления 1%, рассчитанные на напряжения 15 и 10 кВ соответственно. Нижнее плечо делителя составляют последовательно включенные резисторы R3 и R4. Они установлены параллельно входному сопротивлению цифрового вольтметра, равному 10 МОм. Таким образом, делитель напряжения имеет соотношение плеч 1000:1, следовательно, показания вольтметра должны умножаться на 1000. При отклонении входного сопротивления цифрового вольтметра от номинального значения (10 МОм) необходимо подобрать соответствующие значения последовательно включенных резисторов R3, R4.

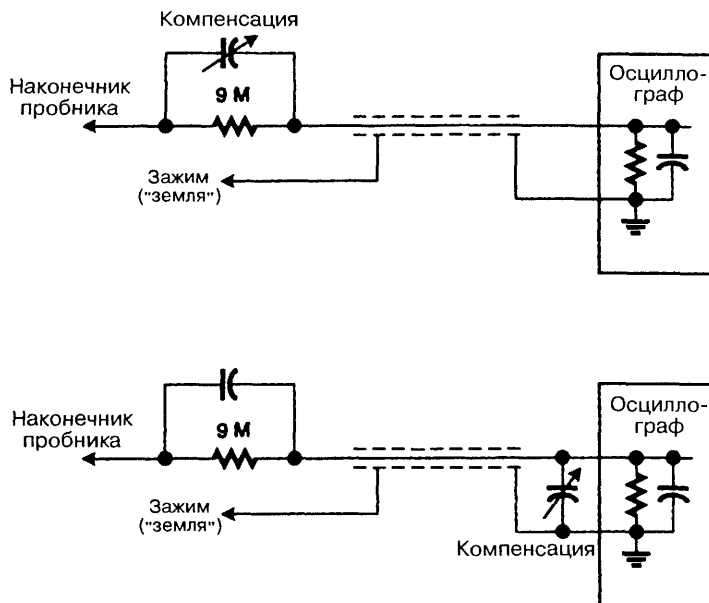
Предупреждение. Собранный тестер нельзя применять в цепях постоянного тока с амплитудным напряжением, превышающим 7500 В.

СХЕМА ДЕЛИТЕЛЯ ОСЦИЛЛОГРАФА

На рис. 87.7 представлена схема делителя осциллографа. Если принять, что входное сопротивление осциллографа равно 1 МОм, а входную емкость обозначить как $C_{вх}$, то величина компенсирующей емкости делителя

$$C_K = (R_d / 1 \text{ МОм}) C_d \text{ или } C_d / C_{вх} = R_{вх} / R_d,$$

где R_d – сопротивление делителя.



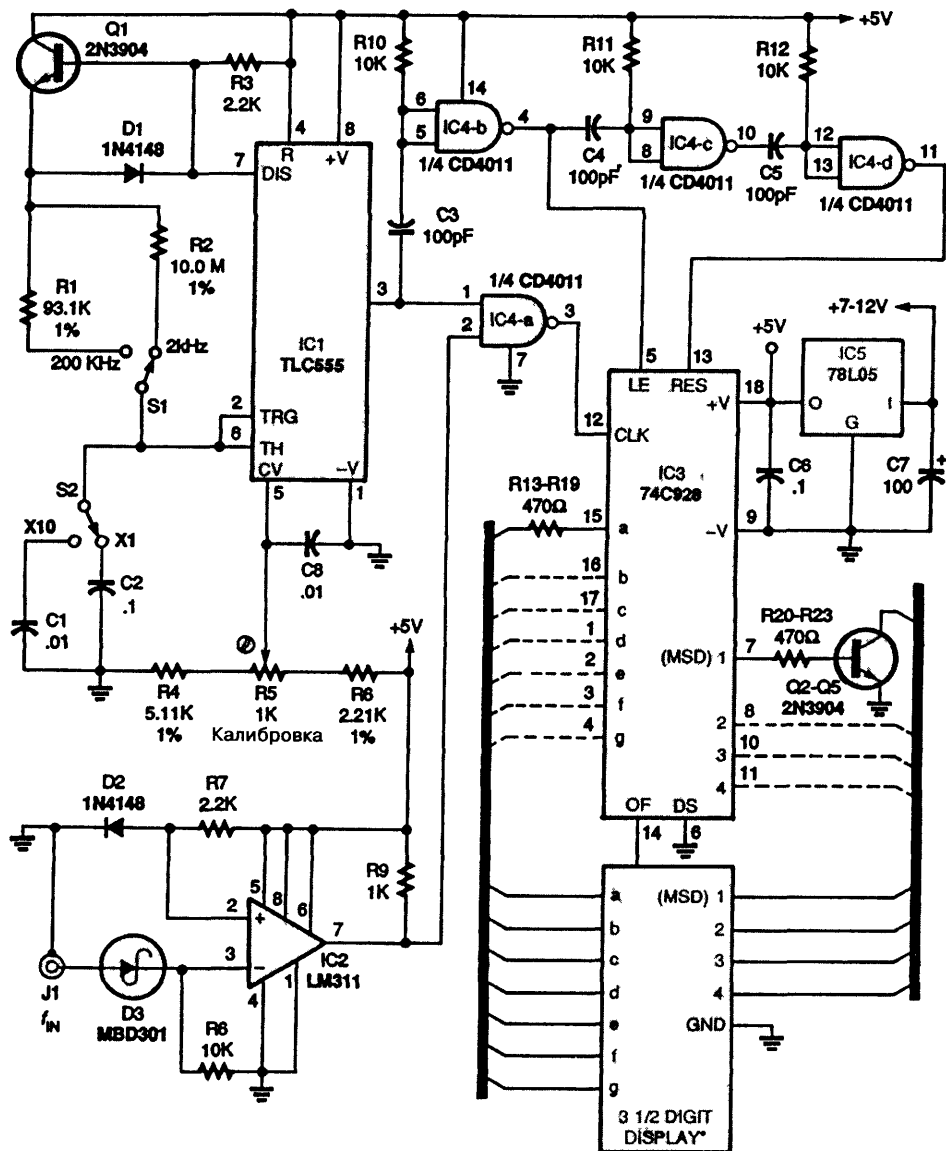
Electronics Now

Рис. 87.7

ЧАСТОТОМЕР

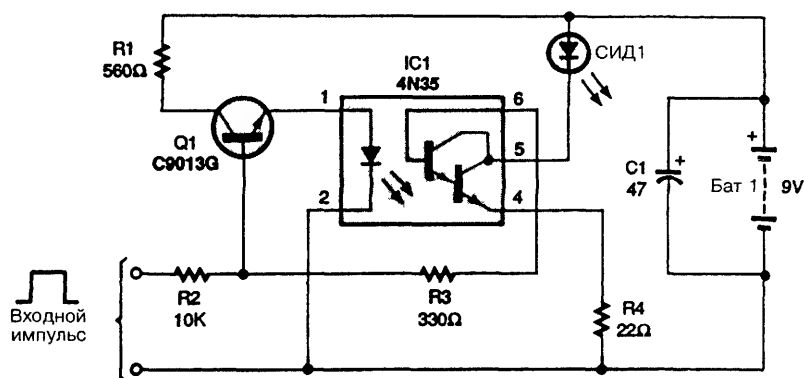
На схеме (рис. 87.8) приведен упрощенный вариант частотомера, имеющего 3,5-разрядный индикатор и диапазоны 2000 Гц, 20,00 и 200,0 кГц, 2,000 МГц. Одной из целей разработки было сокращение размеров прибора (он размещается в корпусе стандартного цифрового тестера). Окончательно схема собиралась на плате размером 25,4×120,6 мм. Вместо стандартной схемы кварцевого генератора с делителями использована одна 8-выводная КМОП интегральная микросхема в плоском корпусе с двухрядным расположением выводов типа TLC555 (IC1). Применяя в качестве времязадающих элементов R1, R2, C1 и C2, она вырабатывает временные интервалы 1000, 100, 10 и 1 нс. Необходимо, чтобы величина емкости C1 составляла 1/10 значения C2. Калибровка осуществляется резистором R5. ИС LM311 (IC2) обеспечивает прохождение сигнала любой формы (треугольной, синусоидальной или прямоугольной) с напряжением от ± 9 до ± 30 В. ИС IC4 (CD4011 или 74C00) вырабатывает необходимые задержки импульсов, поступающих на 3,5-разрядный счетчик 74C928 (IC3), который непосредственно управляет работой 3,5- или 4-разрядного светодиодного дисплея с общим катодом. Показанные на схеме цепи управления Q1 – Q5 и R20 – R23 могут быть заменены одной микросхемой в плоском корпусе с двухрядным расположением выводов (например, 7549, 75492 и т.д.). Стабилизатор IC5 (78-й серии) питает схему напряжением +5 В, на плате он смонтирован вместе с остальными элементами. Питание стабилизатора может осуществляться от стандартного сетевого адаптера

с напряжением 7–12 В либо от батарейки 9 В при токе не менее 30 мА. Для уменьшения шума необходимо шунтировать все выводы питания ИС керамическими конденсаторами емкостью 0,1 мкФ. Для увеличения точности измерений следует применить генератор с кварцевой стабилизацией частоты.



Примечание. Все резисторы имеют мощность рассеяния 0,125 Вт и точность 1%. Номиналы конденсаторов (кроме C3, C4, C5) указаны в микрофарадах (мкФ).

ЛОГИЧЕСКИЙ ПРОБНИК



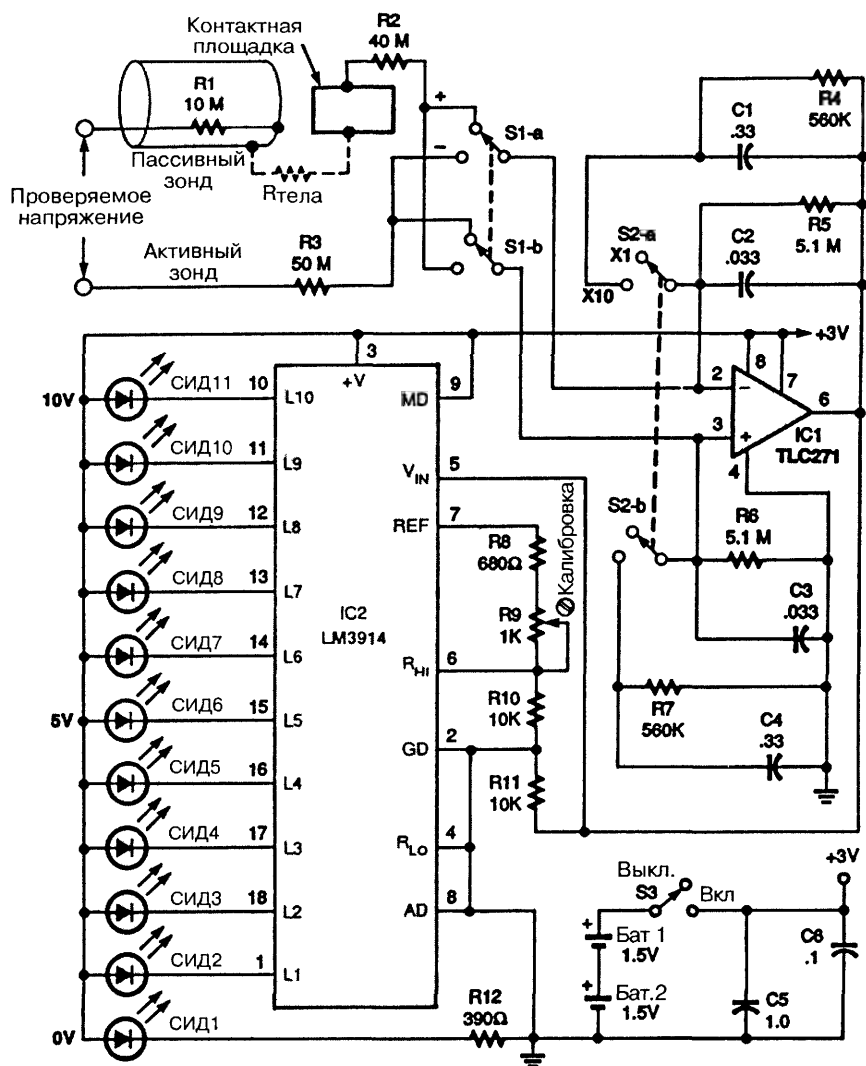
Popular Electronics

Рис. 87.9

В схеме использованы оптрон 4N35 (IC1) и транзистор C9013G (Q1). Положительный импульс, поступивший на базу Q1, открывает транзистор. Резистор сопротивлением 10 кОм (R2) ограничивает управляющий сигнал транзистора, предохраняя его от выхода из строя. При положительном смещении базы транзистора Q1 через светодиод оптрона проходит ток. Поступивший импульс также смещает транзистор оптрона, позволяя току протекать между выводами 4, 5 и включать СИД. Резистор сопротивлением 330 Ом (R3) ограничивает ток на выводе 6, а R4 – на выводе 4. Включенный СИД при подсоединении пробника к схеме свидетельствует о наличии высокого уровня сигнала в точке измерения, если же СИД не включен – уровень сигнала низкий. Прибор может быть смонтирован в небольшом корпусе при условии использования очень коротких проводников.

БЕСПРОВОДНОЙ ПРОБНИК ПОСТОЯННОГО ТОКА

Пробник-индикатор низких (не более 100 В) напряжений постоянного тока для замыкания цепи при измерении использует несколько необычный дополнительный проводник – тело человека. Принципиальная схема вольтметра постоянного тока приведена на рис. 87.10. Схема питается от двух пальчиковых батарей В1 и В2 с напряжением 1,5 В, включенных последовательно. Тело человека, проводящего измерения, служит дополнительным проводником, когда пассивный щуп находится в одной руке, активный – в другой, а концы щупов прикасаются к точкам измерения разности потенциалов. Резистор $R_{\text{ТЕЛА}}$ представляет сопротивление тела экспериментатора. В схеме используется экстремально высокое входное сопротивление, чтобы избежать влияния на результат измерений изменяющейся от индивидуума к индивидууму величины сопротивления тела. Как правило, величина сопротивления тела от одной руки до другой колеблется от 200 до 500 кОм. Поэтому для увеличения входного сопротивления до 50 МОм добавлен резистор R3.



Popular Electronics

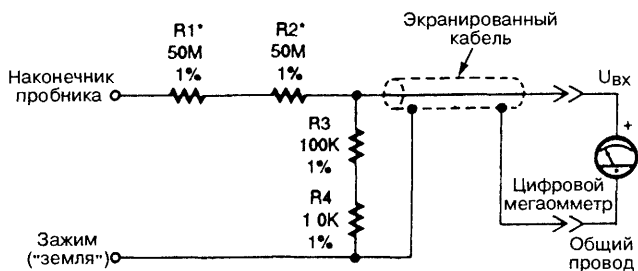
Рис. 87.10

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

Он же необходим и в целях безопасности. Эффективное снижение влияния внешних ВЧ наводок и помех от сети 60 Гц достигнуто использованием на входе симметричного дифференциального усилителя (IC1). Также общепринятые методы борьбы с помехами снимают большинство проблем, связанных с переменным током. В качестве IC1 можно применить КМОП операционный усилитель TLC271. Переключатель S1 служит для изменения полярности. На обоих входах дифференциального

усилителя IC1 подключены сопротивления по 50 МОм (R3 на одном входе, суммарное сопротивление R1 и R2 – на другом). Человек, проводящий измерения, включен последовательно в контур с сопротивлением 100 МОм, вместе с резистором R1 = 10 МОм, как элемент защиты в пассивном щупе. Конденсаторы C1 – C4 обеспечивают дополнительную фильтрацию шумов по переменной составляющей и позволяют схеме IC2 (LM3914 – схема управления линейной шкалой индикаторов) ступенчато переключаться. Переключатель S2 производит выбор дискретности измерения: умножить на 1 – когда каждый шаг на шкале равен 1 В; умножить на 10 – когда шаг равен 10 В. Шкала состоит из светодиодных индикаторов СИД1 – СИД11, причем СИД2 – СИД11 показывают изменение напряжения, а СИД1 является индикатором включения прибора и отсутствия напряжения в измеряемой схеме.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ПРОБНИК



Popular Electronics

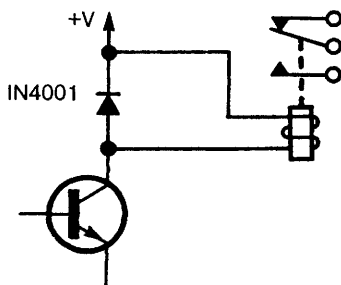
Рис. 87.11

На схеме 87.11 представлен высоковольтный пробник, который позволяет цифровым вольтметром измерять напряжения до 10 кВ и может использоваться в качестве пробника с высоким (100 МОм) входным сопротивлением. Пробник рассчитан на подключение к стандартному цифровому прибору с входным сопротивлением 10 МОм. При другой величине входного сопротивления прибора, применяемого для измерений, необходимо изменить величины сопротивлений R3 и R4. Отношение сопротивлений попарно включенных резисторов R1 + R2 и R3 + R4 должно составлять 1000:1. Таким образом, входному напряжению 10000 В будет соответствовать показание вольтметра 10,00 мВ. При расчете новых значений сопротивлений R3 и R4 следует учитывать, что вход цифрового вольтметра включен параллельно R3 и R4.

ГЛАВА 88

СХЕМЫ ЗАЩИТЫ

ДИОДНАЯ ЗАЩИТА ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ РЕЛЕ

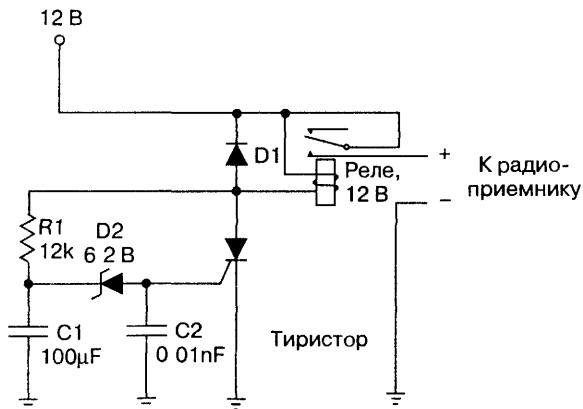


Electronics Now

Рис. 88.1

В приведенной схеме диод защищает ключевой транзистор от бросков напряжения, возникающих из-за индуктивности катушки реле

СХЕМА ЗАЩИТЫ С ЗАДЕРЖКОЙ

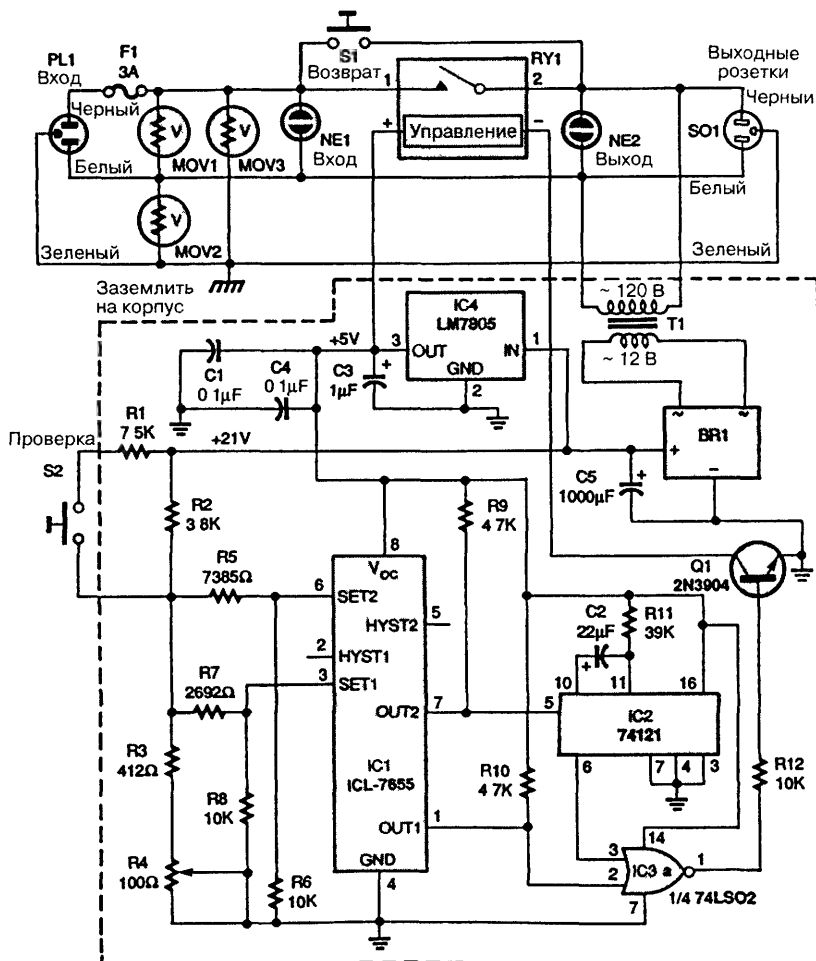


Nuts and Volts

Рис. 88.2

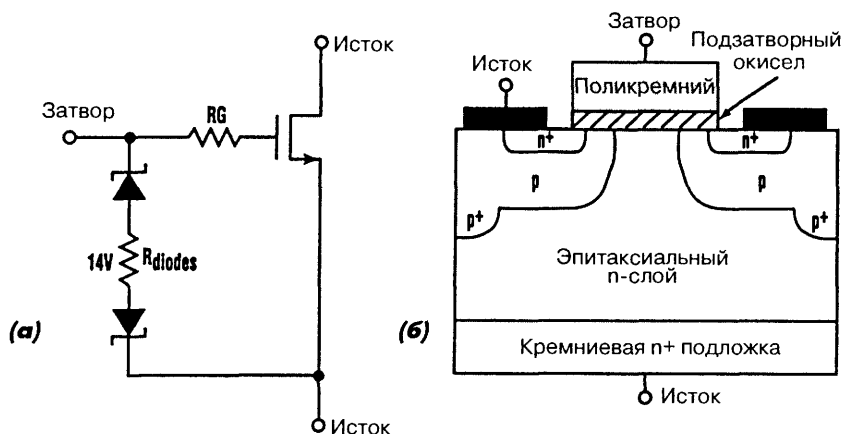
На рис. 88.2 представлена схема, в которой использованы тиристор и RC-цепь для задержки времени подачи напряжения на автомобильный радиоприемник или иные радиоустройства. Таким образом обеспечивается защита от бросков напряжения в бортовой сети, возникающих при запуске двигателя или других переходных процессах

СХЕМА ЗАЩИТЫ ОТ ПОНИЖЕННЫХ И ПОВЫШЕННЫХ НАПРЯЖЕНИЙ



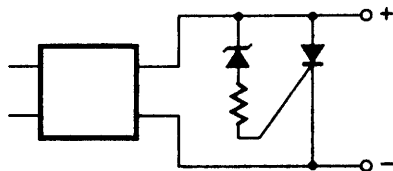
На рис. 88.3 приведена схема защиты, использующая ИС ICL7655 фирмы Maxim – детектор повышенных и пониженных напряжений (IC1). Схема контролирует напряжение в сети и отключает нагрузку в случаях, если входное напряжение ниже 95 В или выше 130 В. Выпрямленное нестабилизированное напряжение, которое изменяется пропорционально входному напряжению сети, с конденсатора С5 подается на датчик повышенного/пониженного напряжения (IC1). Уровень входного напряжения, поступающего на IC1, задается резисторами R2 – R8. До тех пор пока напряжение на входе 3 выше, а на входе 6 ниже 1,3 В, на выходах 1 и 7 IC1 сохраняется низкий уровень сигнала, реле RY1 включено, его контакты замкнуты. Так как величина напряжения в сети может меняться, подстроечный резистор R4 позволяет в небольших пределах подстраивать границы контролируемого диапазона напряжений в зависимости от местных условий. При увеличении напряжения на входе 3 IC1 сверх установленного, контакты реле немедленно размыкаются, подавая сигнал высокого уровня на вход 2 логической ИС IC3а, что приводит к выключению транзистора Q1. При повышении напряжения на входе 6 выход 7 переключается на высокий уровень. Одновибратор IC2 обеспечивает задержку срабатывания в 0,5 с, этого достаточно для удержания реле в отключенном состоянии и для обеспечения разряда конденсатора С5 до нормального напряжения. Когда на выходе 7 IC1 устанавливается высокий уровень, он переключает IC2, а на выходе 6 IC2 – вызывает переход на низкий уровень выхода IC3а, который в свою очередь отключает Q1 и питание реле RY1. Переключатель S2 позволяет быстро проверить работоспособность схемы. С помощью кнопки S2 подается повышенное напряжение в точку подключения резисторов R2 и R5 и выключается реле RY1. Кнопка S1 ВОЗВРАТ служит для первоначального включения схемы и переводит ее в обычный режим работы. Стабилизатор напряжения LM 7805 (IC4) обеспечивает ИС и цепь управления реле напряжением 5 В.

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОСТАТИКИ



Наиболее простой способ защиты затвора силового МДП полевого транзистора – использование двух стабилитронов, встречно включенных между стоком и затвором (см. рис. 88.4а). Их напряжение стабилизации выбирается чуть меньшим, чем напряжение пробоя диэлектрического слоя, следовательно, переходные электростатические токи разряда не смогут повредить подзатворный диэлектрик. Прямые сопротивления ограничительных диодов должны быть минимальными, так как переходные электростатические токи разряда могут достигать больших амплитудных значений (до единиц ампер), а напряжение, прикладываемое к затвору, составляется из рабочего напряжения стабилитрона и падения напряжения на диоде, которое определяется как произведение прямого тока через диод на его сопротивление. Наиболее подвержены такому пробую ИС, поскольку в процессе автоматизированного проектирования их топологии, как правило, не предусматривается создание сопротивления, ограничивающего ток. Для исправления недочета автоматизированного проектирования последовательно с диодом включают резистор R_G , который предохраняет затвор МДП полевого транзистора от индуцирования на нем заряда опасно высоких уровней при протекании переходных электростатических токов разряда через диоды. На рис. 88.4б приведен пример автоматизированного проектирования топологии ИС, где вместо последовательно включенного резистора используется конденсатор емкостью 200 пФ.

ПРОСТАЯ ЗАКОРАЧИВАЮЩАЯ СХЕМА



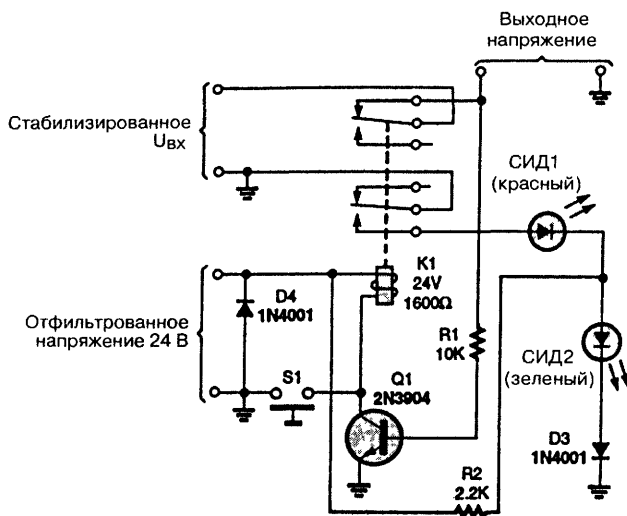
Nuts and Volts

Рис. 88.5

В данной схеме использованы стабилитрон и тиристор. Когда напряжение источника питания превысит сумму напряжения пробоя стабилитрона и напряжения включения тиристора, по цепи управляющего электрода тиристора пойдет ток, тиристор включится, при этом произойдет закорачивание источника питания. Как правило, во входной цепи источника питания предусмотрен плавкий предохранитель; он перегорает при открывании тиристора и таким образом защищает источник питания от перегрузок.

СХЕМА ЗАЩИТЫ ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

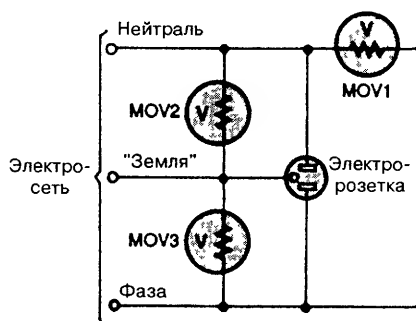
В случае короткого замыкания или понижения напряжения транзистор Q1 закрывается, происходит отпускание реле K1, которое отключает нагрузку от источника питания (рис. 88.6).



Popular Electronics

Рис. 88.6

СХЕМА ЗАЩИТЫ НА ВАРИСТОРАХ



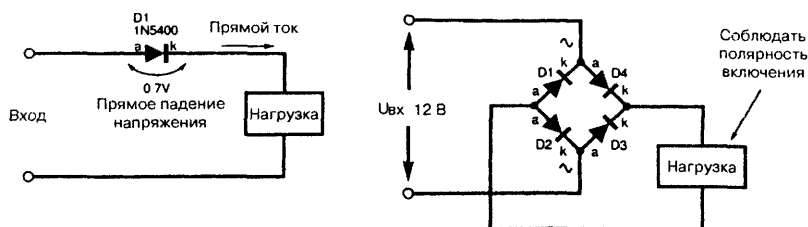
Popular Electronics

Рис. 88.7

Три варистора (MOV1 – MOV3), включенные так, как показано на рис. 88 7, обеспечивают превосходную защиту от перенапряжений в сети, поскольку все три провода защищены от избыточной разности потенциалов.

ПРОСТАЯ СХЕМА ЗАЩИТЫ ЦЕПЕЙ ПРИ ПЕРЕПОЛЮСОВКЕ

На рис. 88.8 приведены схемы двух способов защиты цепей от переполюсовки.

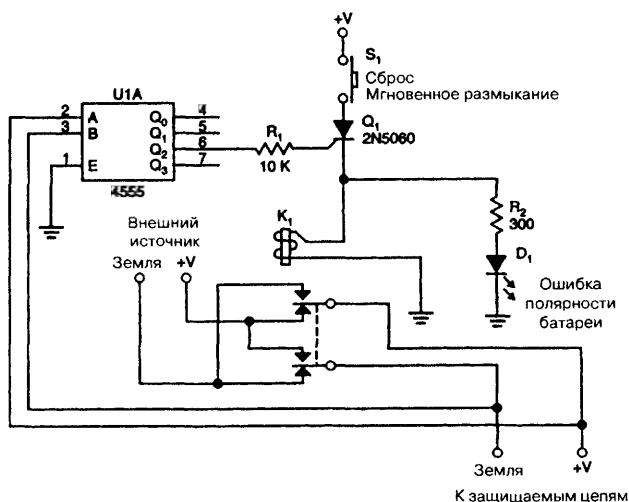


Everyday Practical Electronics

Рис. 88.8

Примечание. Максимально допустимые значения прямых токов диодов D1 – D4 определяются по величине нагрузки. При использовании схемы мостового выпрямителя полярность входного напряжения $U_{вх}$ может быть любой

СХЕМА ЗАЩИТЫ ЦЕПЕЙ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ ПИТАНИЯ ОБРАТНОЙ ПОЛЯРНОСТИ



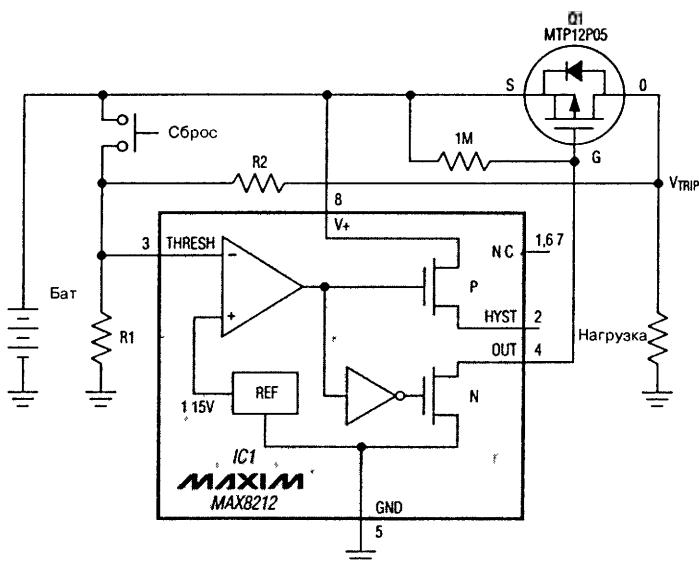
NASA Tech Briefs

Рис. 88.9

Эта схема разработана специально для осуществления контроля за правильным подключением полярности выходного напряжения источника питания (по отношению к третьей схеме), она обеспечивает защиту при включении питания с неправильной полярностью. Схема состоит из КМОП декодера CD4555B, который отслеживает правильную полярность включения выходного напряжения внешнего источника питания. В случае ошибочной полярности декодер фиксирует это и включает тиристор 2N5060 (Q1). Тиристор подает напряжение на обмотку реле (K1), которое изменяет полярность подключения внешнего источника питания на

правильную и включает сигнальный индикатор СИД, предупреждающий об изменении полярности схемой защиты. После того как ошибка устраняется, нажатием кнопки S1 можно моментально вернуть схему в исходное состояние. Представленная схема рассчитана на изменение полярности стандартных источников питания постоянного напряжения +5, +10, +12 и +15 В. Декодер первоначально был разработан для указанных напряжений. После внесения небольших изменений схема позволяет контролировать и корректировать инверсное подключение полярности для источников с диапазоном от +3 до +28 В, а также управлять работой источников отрицательного напряжения либо напряжений, значения которых или слишком велики, или слишком малы.

ПРОСТАЯ СХЕМА ОТКЛЮЧЕНИЯ БАТАРЕЙ ОТ НАГРУЗКИ



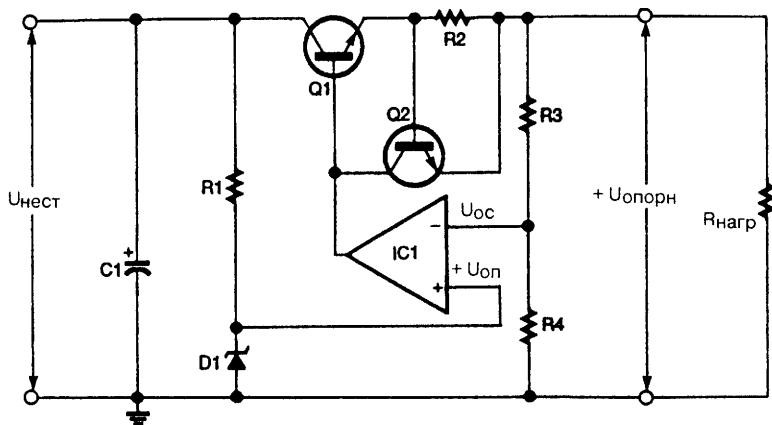
Maxim

Рис. 88.10

Для предотвращения разрушения батареи схема (рис. 88.10) отключает нагрузку по достижении заранее установленного уровня напряжения. Этот уровень (V_{TRIP} , пропорциональный напряжению батареи) задается резисторами R1 и R2 таким образом, что напряжение на входе 3 IC1 равно 1,15 В: $V_{TRIP} = 1,15 (R1 + R2) / R1$ (В). Допустимый диапазон напряжений для V_{TRIP} составляет 2–16,5 В. Гальваническая связь между нагрузкой и батареей будет разорвана до тех пор, пока система не получит команду на переустановку. После подзаряда батареи или ее замены нажатием кнопки «Сброс» (либо подача с транзистора на вход 3 напряжения свыше 1,15 В) можно вновь подключить нагрузку. Ток потребления схемы с отключенной нагрузкой составляет 5 мкА, следовательно, схема способна длительное время

оставаться подключенной к батарее, не вызывая ее глубокого разряда. Транзистор Q1 следует выбирать из расчета минимального падения напряжения на переходе сток–исток при требуемом токе нагрузки.

СХЕМА ЗАЩИТЫ ЛИНЕЙНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ

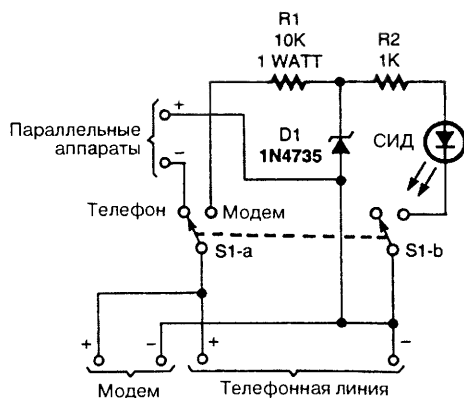


Electronics Now

Рис. 88.11

На рис. 88.11 приведена схема, в которой токоограничивающие транзистор Q2 и резистор R2 защищают стабилизатор напряжения последовательного типа и выпрямительный мост от короткого замыкания в нагрузке.

СХЕМА ЗАЩИТЫ МОДЕМА

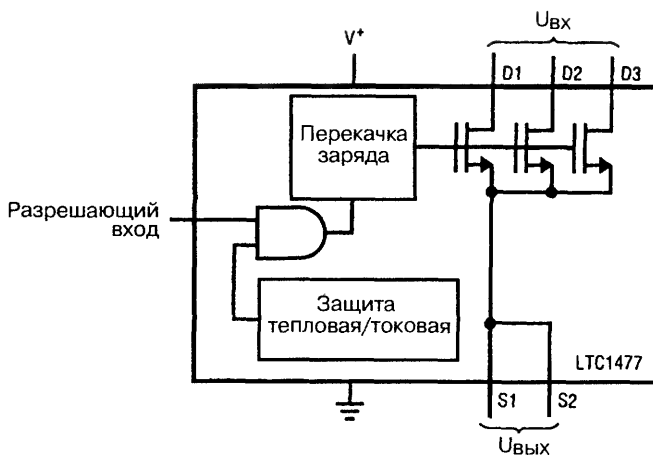


Popular Electronics

Рис. 88.12

Наиболее распространенная проблема при пользовании модемом – это снятие трубки параллельного телефона во время передачи. Схема, приведенная на рис. 88.12, позволяет избавиться от сбоев модемной связи, просто отключая от линии все параллельные телефонные аппараты при пользовании модемом

СХЕМА ОТКЛЮЧЕНИЯ ПРИ НИЗКОМ УРОВНЕ НАПЯЖЕНИЯ

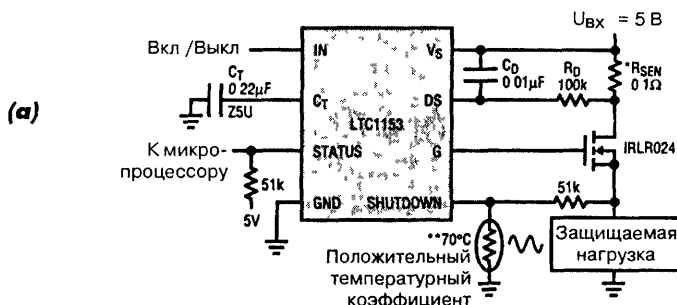


Linear Technology

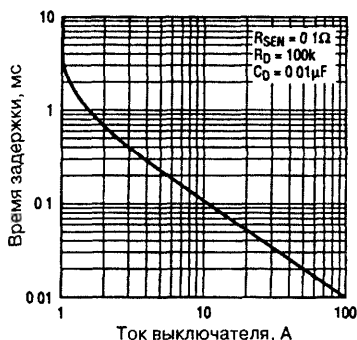
Рис. 88.13

С целью экономии ресурса батареи многие схемы с батарейным питанием дополняются несложными цепями автоматического отключения источника питания. Однако не все ИС допускают вариант непосредственного отключения, и для них должны использоваться более сложные схемы. Для такой ситуации разработан выключатель питания LTC1477, который выполняет также функции защиты от токов короткого замыкания и тепловой защиты при превышении величины номинальных токов. На рис. 88.13 интегральные микросхемы LTC1477 и LTC699 объединены в схему защитного отключения при понижении напряжения. Микропроцессорная схема слежения LTC699 подает команду на выключение LTC1477; следовательно, нагрузка отключается, как только входное напряжение падает ниже 4,65 В. Внешний логический сигнал, поступающий на логический вход элемента Q1, также может выключить LTC1477. При подаче напряжения выходной сигнал ИС LTC1477 имеет пилообразную форму с периодом порядка 1 мс, таким образом, максимальный ток в нагрузке ограничивается величиной 500 мА. Это предотвращает появление выбросов на питающей шине источника 5 В, которые в свою очередь могут повлиять на нагрузку

ЭЛЕКТРОННЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ



(б)



Linear Technology

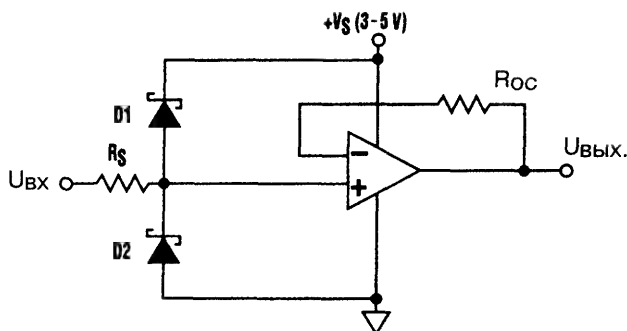
Рис. 88.14

Примечание. В схеме использованы платы, изготовленные методом печатного монтажа

Возникновение аварийного режима работы отражается на источнике питания или на нагрузке. Без устройства защиты, отключающего питание при аварийных ситуациях, возможны либо перегрузка источника питания, либо перегрев нагрузки. ИС LTC1153 является управляемым переключателем, который отключает коммутирующий МДП полевой транзистор в случае аварийной ситуации (рис. 88.14а). В схеме предусмотрены режим автоматического восстановления, а также вход для подключения датчика тепловой защиты. Время задержки отключения и восстановления может регулироваться (зависимость задержки отключения от тока нагрузки представлена на рис. 88.14б). Из-за малой величины тока потребления в режиме покоя (20 мкА) ИС LTC1153 используется для защиты оборудования с батарейным питанием без существенного снижения срока службы батарей.

Работой выключателя допустимо также управлять через логический вход. В этом случае сигнал о возникновении аварийного режима подается к процессору от датчика состояний.

ЗАЩИТА ОУ



Electronic Design

Рис. 88.15

При использовании ОУ в качестве неинвертирующего повторителя напряжения одного уровня, если входной сигнал способен превысить напряжение питания, могут потребоваться дополнительные элементы защиты. Диоды с барьером Шоттки (D1 и D2), имеющие низкие пороговые значения, обеспечивают защитное ограничение сигнала, тогда как резистор R_s защищает от недопустимого тока короткого замыкания.

СХЕМА ОТКЛЮЧЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ОТ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

В схеме, приведенной на рис 88 16, для преобразования входного напряжения 3,3 или 5 В в напряжение $V_{pp} = 12$ В, которое необходимо для программирования флэш-памяти, используется ИС LT1301. Хотя микросхема LT1301 выполняет отключающие функции, входное напряжение может продолжать поступать на выход схемы через элементы L1 и D1. Короткое замыкание на выходе может «посадить» входной источник питания. Добавление же ИС LTC1477 обеспечивает гарантированное отключение нагрузки и защиту от режима короткого замыкания на выходе.

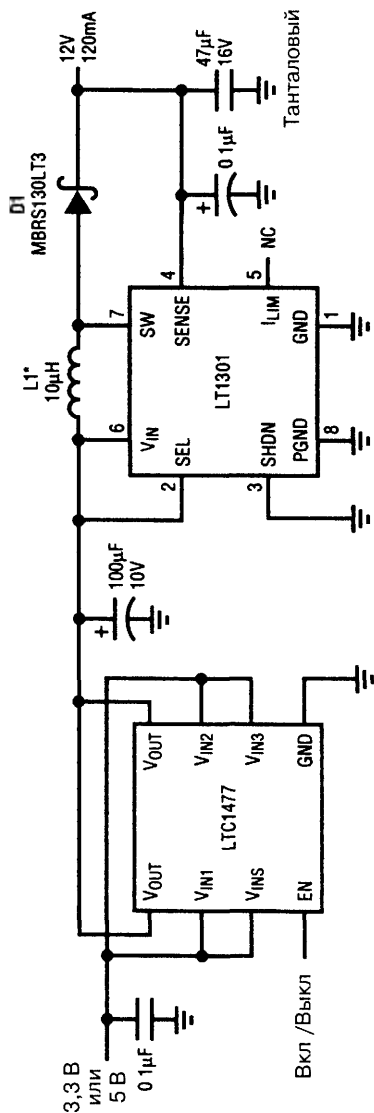


Рис. 88.16

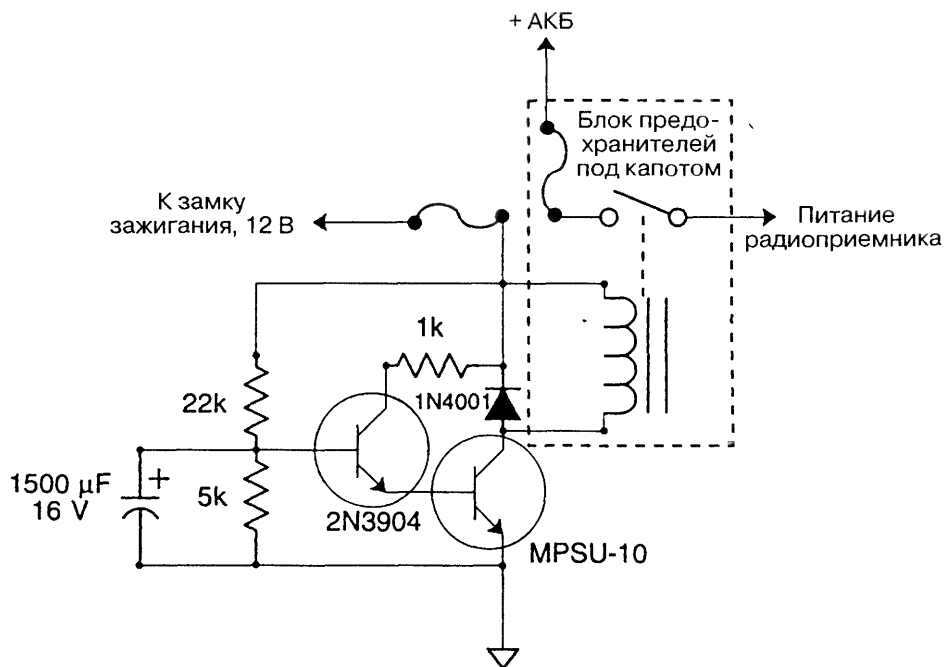
Linear Technology

Примечание. L1 – дроссель В01608-103 производства фирмы Coilcraft с индуктивностью 10 мкГн

с длительностью 3,3 с. Когда вход системы самотестирования переводится на низкий уровень, выход устанавливается на высокий уровень, не допуская включения СИД. Если же следующий импульс не поступит в течение 3,3 с, выход останется на низком уровне. В результате СИД включится, сигнализируя о сбое. В том случае, если на входе системы самотестирования генерация импульсов начнется до истечения трехминутного интервала, состояние системы самотестирования будет доминирующим, и она отключит мигающий СИД.

При возникновении сбоя в системе самотестирования происходит следующее: одной из особенностей таймера типа NE556 является невозможность полного разряда конденсатора цепи отсчета времени, если таймер перезапустится до окончания цикла отсчета. Подача импульса частотой 10 Гц и длительностью 100 мкс на вход схемы самотестирования вызывает полный заряд конденсатора за 8 с, что приводит к периодическому, с интервалом 8 с, включению СИД на 100 мс, которое сигнализирует о работоспособности схемы и исправности СИД. Генерирование импульса на входе схемы самотестирования производится включением цепи питания компьютера. В зависимости от конкретного исполнения схемы включения допускается инвертирование входного сигнала системы самотестирования, что оставляет вход системы самотестирования нормально высоким.

ПРОСТАЯ СХЕМА ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ПРИЕМНИКА

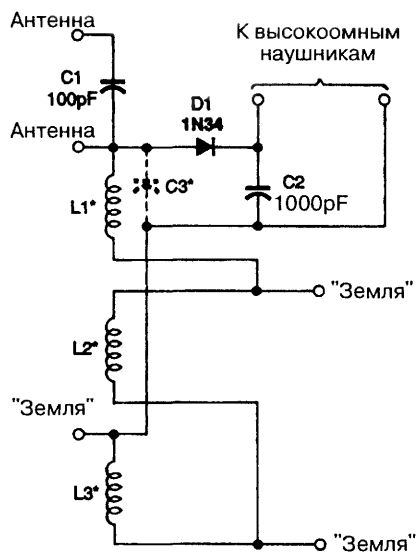


Схема, представленная на рис. 88.18, подает напряжение питания на автомобильный радиоприемник только при включенном зажигании и обеспечивает задержку включения на несколько секунд, пока повернут ключ зажигания. Это необходимо, чтобы избежать негативного влияния резких бросков напряжения и переходных токов при работе стартера двигателя.

ГЛАВА 89

СХЕМЫ ПРИЕМНИКОВ

ПРИЕМНИК С ВАРИОМЕТРОМ



Electronics Hobbyists Handbook

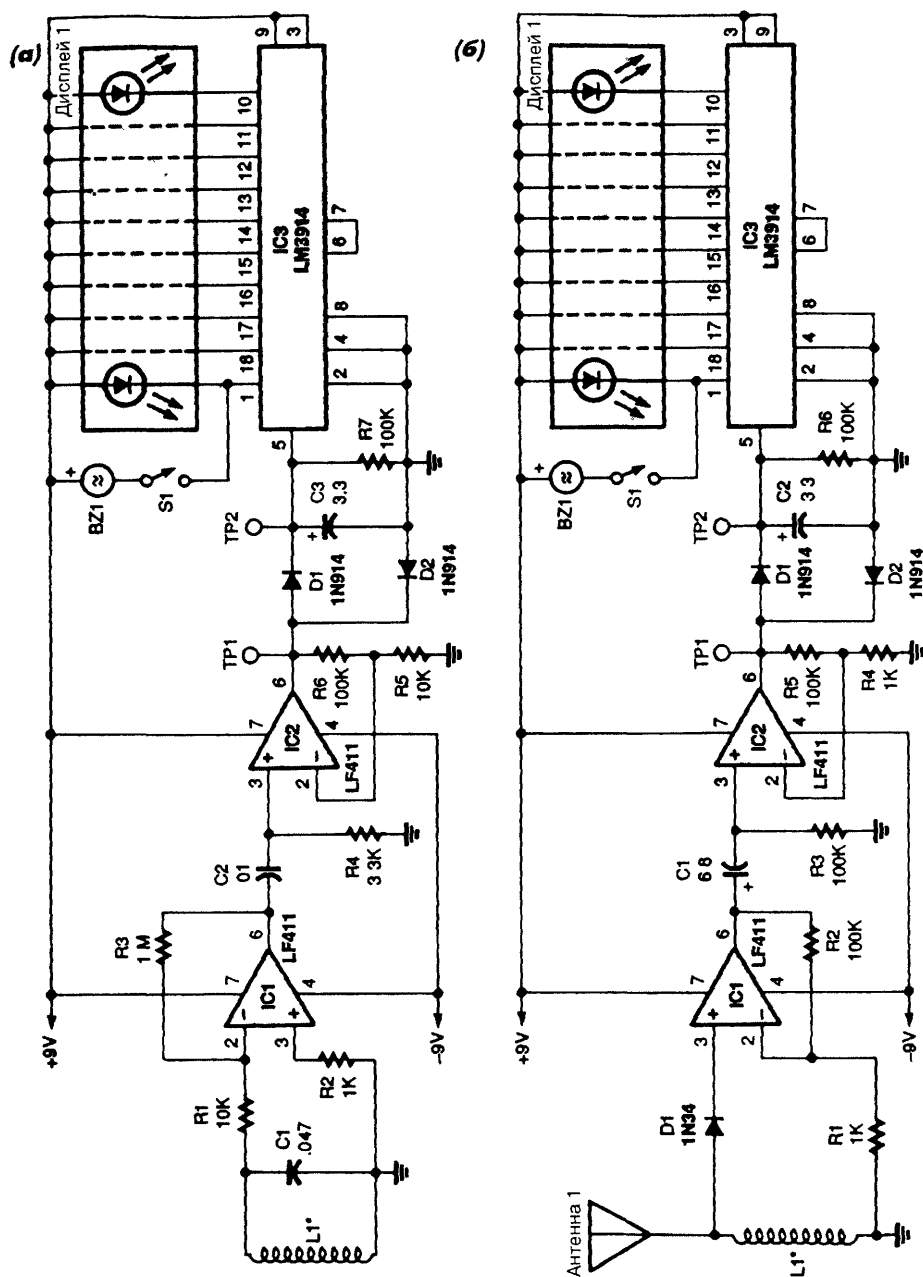
Рис. 89.1

На рис. 89.1 приведена схема приемника с настройкой вариометром. Антенна может подключаться к любой из двух точек, обозначенных как «Антенна»: либо сразу к схеме, либо через конденсатор 100 пФ. Подключение «земли» может производиться к любой точке схемы, обозначенной как «Земля». Причиной многовариантности подключения является то, что изменение емкости антенны, точки подключения «земли» и положения подвижной катушки влияет на условия настройки на станцию АМ диапазона. В зависимости от точки подключения антенны и «земли» возможно добавление небольшого конденсатора СЗ, подключаемого к точкам схемы (пунктирные линии). В этом случае необходимо опытным путем подобрать емкость конденсатора от 25 до 200 пФ (подключать можно параллельно), выбирая

лучший результат. Если в схеме вариометра используются специальные зажимы (см. ниже), то введение дополнительных конденсаторов в собранную схему не представляет труда. После настройки на станцию – выбором точки подключения антенны, «земли» и положения катушки L2 – принятый сигнал поступает на детекторную часть схемы D1, которая демодулирует его. Затем сигнал подается на наушники (в схеме вариометра должны использоваться только высокоомные наушники) и шунтирующий конденсатор C2. Катушки L1 и L3 имеют по 86 витков провода диаметром 0,64 мм, намотанных на каркас диаметром 32 мм, а катушка L2 имеет 74 витка провода диаметром 0,64 мм, намотанных на каркас диаметром 44 мм.

ПРИЕМНИК ОНЧ/ВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ РАЗРЯДА МОЛНИИ

Хорошо известно, что при разряде молнии на землю (типа облако–земля) доля излучения очень низкой частоты (ОНЧ) выше, чем при разряде типа облако–облако. Анализируя соотношение как ОНЧ, так и ВЧ излучения при грозовом разряде, можно получить информацию о числе разрядов на вспышку, стадиях развития главного стержня молнии, об амплитуде и относительной силе, отношении числа разрядов облако–облако к разрядам облако–земля. Представленная на рис. 89.2 пара простых приемников позволяет отдельно учитывать ОНЧ и ВЧ сигналы. Следует отметить, что схемы обоих приемников очень похожи, за исключением антенных катушек. Катушка ОНЧ антенны (L1 на рис. 89.2а) имеет 94 витка провода, используемого для обмоток электромагнита, диаметром 0,18 мм, намотанного на картонный диск диаметром 280 мм. Катушка ВЧ антенны (L1 на рис. 89.2б) – это обычный высокочастотный дроссель, содержащий примерно 100 витков очень тонкого провода для намотки электромагнитов на длинном ферритовом сердечнике диаметром 12,7 мм (можно использовать любую подходящую ВЧ катушку входного антенного контура). Антенна 1 – провод длиной 15,2 см. Первые по схеме ОУ на полевых транзисторах LF411 (ИС IC1 на обеих схемах) являются предусилителями, следующие ОУ LF411 (IC2) – каскадами дополнительного усиления. Контрольная точка TP1 на обеих схемах может использоваться для подключения высокоомных наушников либо осциллографа, а контрольная точка TP2 – для подключения диаграммных самописцев или счетчиков. На выходах схем включены микросхемы LM3914, управляющие дисплеями гистограммного типа (IC3), которые регулируют работу как светодиодных дисплеев-гистограмм («Дисплей 1»), так и низковольтных пьезоизлучателей (BZ1). Хотя на схеме и показано, что отрицательные выводы BZ1 подключены к выводу 1, их можно подсоединить к любому выходу микросхемы IC3. Обе схемы питаются от отдельных источников



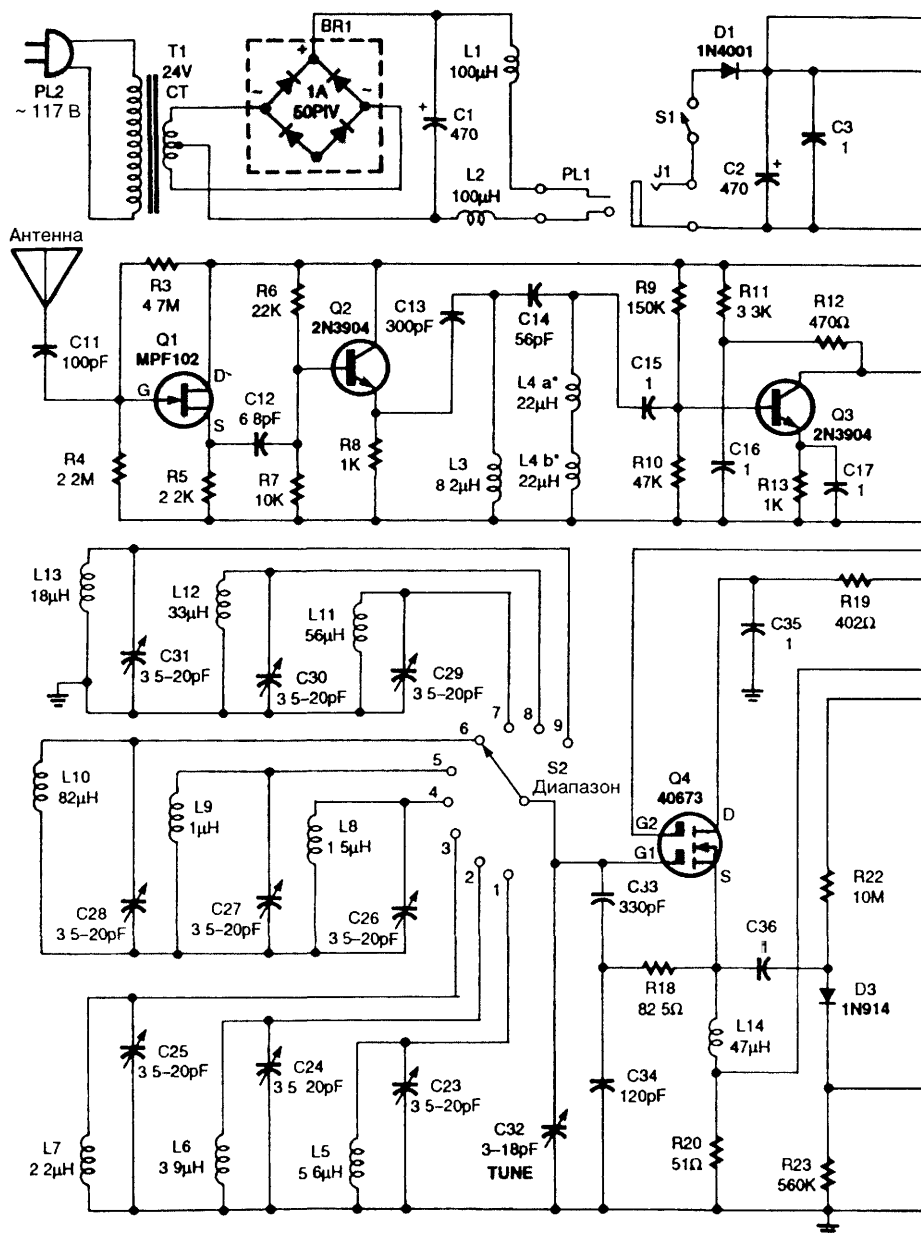
Popular Electronics

Рис. 89.2

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ КОРОТКОВОЛНОВЫЙ ПРИЕМНИК

Приемник состоит из нескольких блоков активной антенны, усилителя (схемы регенеративной настройки и переключателя диапазонов), АМ детектора, усилителя



мощности, выходных устройств (внутренний и внешний динамики, наушники) и источника питания с напряжениями нескольких уровней МДП полевой транзистор с двойным затвором Q4 (который можно рассматривать как аналог

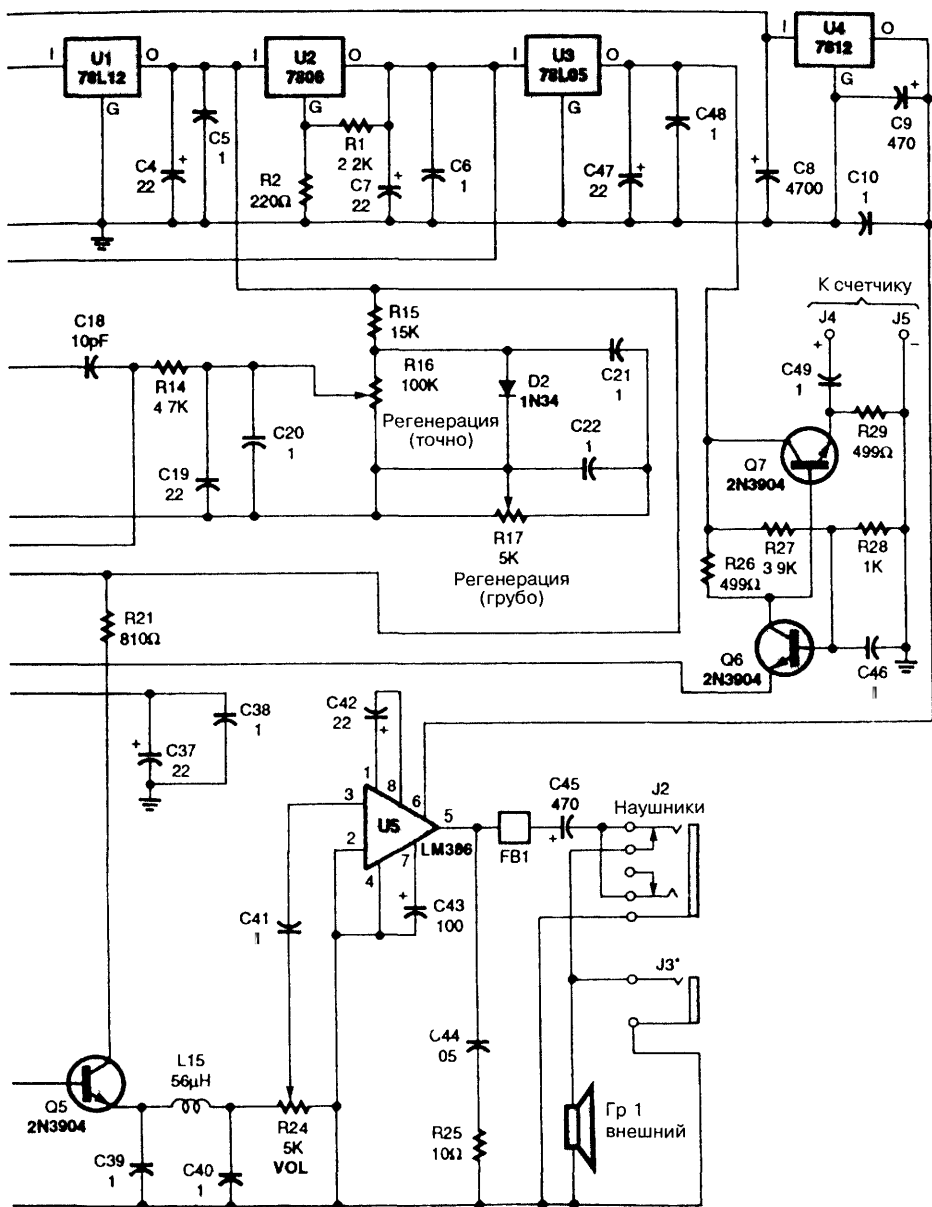


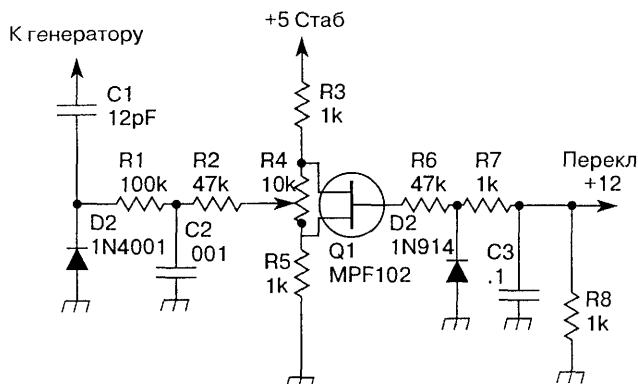
Таблица к рис 89.3

Положение переключателя	Диапазон (м)
1	49
2	41
3	31
4	25
5	21
6	19
7	16
8	13
9	11

вакуумного пентода) используется в качестве регенеративного усилителя. Полевой транзистор с двойным затвором включен, вероятно, по схеме генератора Колпитца, а не по схеме Армстронга. Обратная связь от истока к затвору полевого транзистора образована резистором R18 и конденсатором C33. Схема содержит несколько стандартных постоянных катушек индуктивности, каждая из которых включена параллельно с переменным конденсатором небольшой емкости. Эти LC-контуры вместе с поворотным переключателем S2 (SP12T) служат для выбора диапазонов. Регенеративное усиление и детектирование амплитудно-модулированного сигнала выполнены на двух отдельных транзисторах Q4 и Q5. АМ детектор (детектор с бесконечным входным импедансом) имеет преимущество: он не загружает в значительной степени ВЧ часть схемы. Так как на D3 подается небольшое прямое смещение, может применяться германиевый либо кремниевый диод. На резисторе R24 (регулировка громкости) постоянное напряжение составляет примерно 0,1 В. Режим регенерации устанавливается изменением напряжения на затворе 2 транзистора Q4. В схеме предусмотрена грубая и точная настройки режима регенерации, увеличивающие точность настройки. В приемнике используется схема активной антенны, состоящая из транзисторов Q1, Q2 и Q3. В большинстве случаев достаточно короткой гибкой штыревой антенны

СХЕМА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ НАСТРОЙКИ ПРИЕМНИКА

Диод D2 (рис. 89.4) используется в качестве варикапа, подключенного к цепи настройки гетеродина приемника или передатчика. При приеме Q1 (MPF102) закрыт, а напряжение на варикапе задается потенциометром 10 кОм. При передаче Q1 открывается, закорачивая потенциометр 10 кОм и подавая фиксированное напряжение на варикап



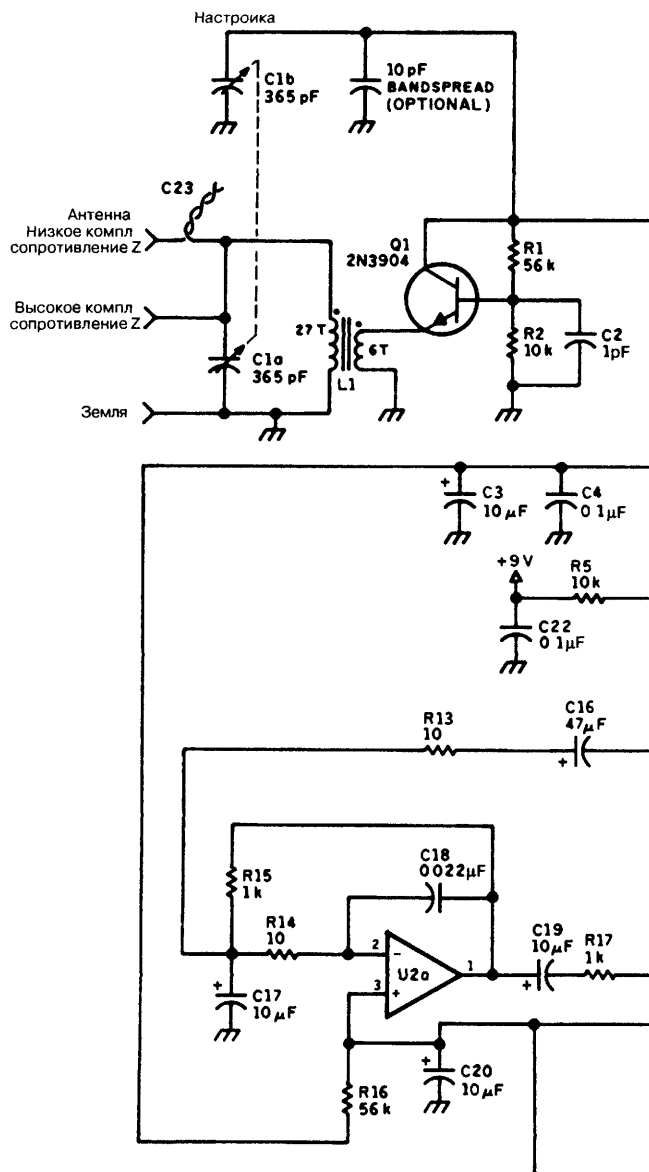
73 Amateur Radio Today

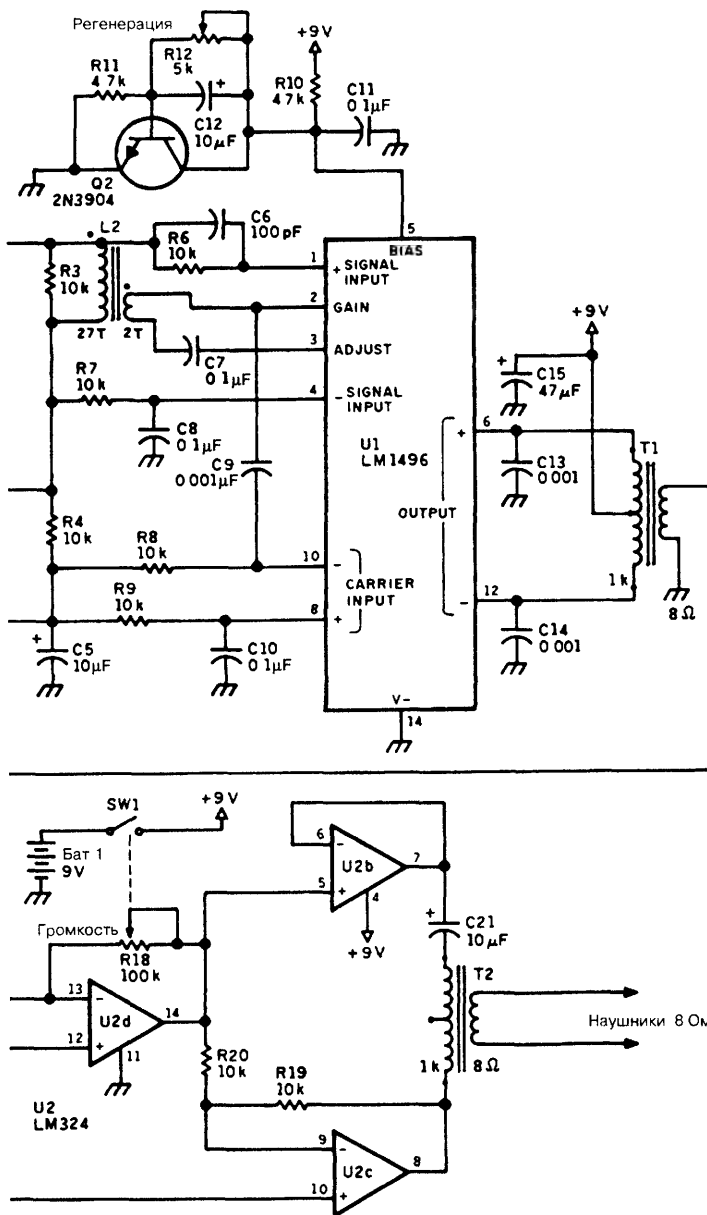
Рис. 89.4

Примечание. Номиналы конденсаторов C2 и C3 указаны в микрофарадах (мкФ)

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ КВ ПРИЕМНИК С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

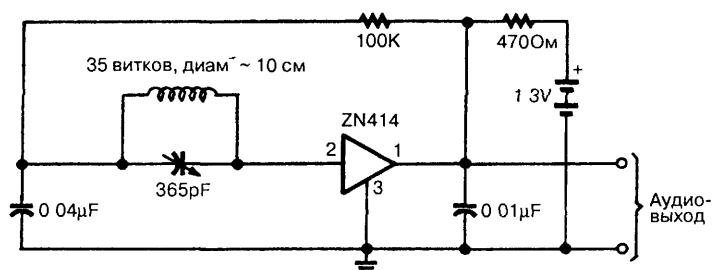
На рис. 89.5 приведена принципиальная схема приемника. Ряд особенностей схемы обеспечивает ее надежную работу. Характерная черта регенеративных приемников – излучение сигнала частоты генерации – реализована в данной схеме введением усилительного транзистора Q1 между цепью антенного контура предварительной настройки L1, C1a и регенеративной частотно-настраиваемой цепью L2, C1b. Одновременно этот усилитель устраняет эффект влияния емкости рук оператора на настройку. Уникальной особенностью схемы также является использование ИС для регенеративного детектирования. Кольцевой балансный смеситель LM1496 (U1) применяется здесь несколько необычным способом. Транзисторы усилителя дифференциального входа SIGNAL INPUT собственно ИС совместно с L2 и C1b образуют генератор Хартли, регенеративная обратная связь для которого обеспечивается с помощью выводов GAIN («Усиление») и ADJUST («Подстройка») ИС LM1496. Выход генератора также подключен через C9 к выводам CARRIER INPUT («Вход несущей»), что позволяет смесительной части микросхемы U1 использоваться в качестве асинхронного детектора, значительно улучшая чувствительность ВЧ детектирования по сравнению с обычными регенеративными схемами. Уровень регенерации устанавливается напряжением на выводе BIAS («Смещение») ИС U1. Цепь, составленная из R12 и транзистора Q2, служит источником изменяемого напряжения, обеспечивая независимость уровня регенерации от возможной негабильности напряжения источника питания. Это смещение устанавливает ток покоя через транзисторы усилителя SIGNAL INPUT, который в свою очередь определяет выходное сопротивление со стороны





эмиттера транзистора, управляя поступающим на катушку обратной связи L2 сигналом, что позволяет очень точно контролировать регенерацию. Выходы микросхемы U1 подключены через низкочастотный трансформатор T1 к первой ступени микросхемы U2, ОУ LM324. Регулировка громкости осуществляется U2d и переменным резистором R18. Использование двухтактного выходного каскада также позволяет уменьшить чувствительность по низким частотам. Применение переключаемых или встроенных катушек могло бы расширить диапазон приема, но, чтобы сохранить простоту схемы, этого не было сделано. Следует отметить, что приведенные данные L1 и L2 позволяют перекрыть наиболее активный коротковолновый диапазон 5–15 МГц.

ПРИЕМНИК АМ ДИАПАЗОНА НА ОДНОЙ МИКРОСХЕМЕ



Electronics Now

Рис. 89.6

Интегральная микросхема ZN414 содержит все необходимые узлы приемника АМ диапазона, включая схему АРУ, но без низкочастотной части. Аналогично полупроводниковым ИС СВЧ диапазона питать приемник можно через выходные контакты

ЛАМПОВЫЙ КВ ПРИЕМНИК

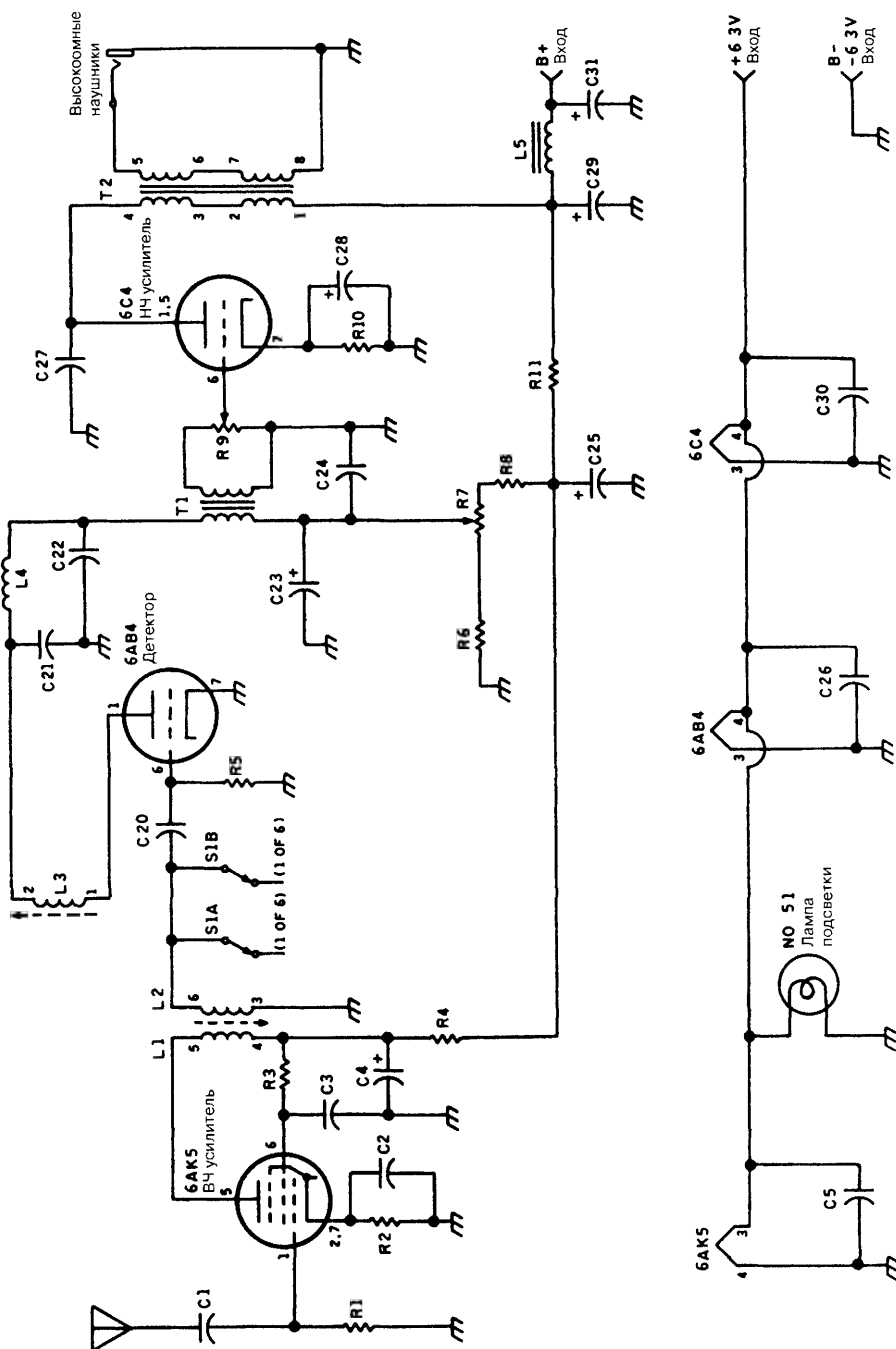
Ламповый приемник, схема которого представлена на рис. 89.7, рассчитан на частотный диапазон 9,4–22 МГц и заслуживает внимания радиолюбителей, интересующихся ламповыми схемами.

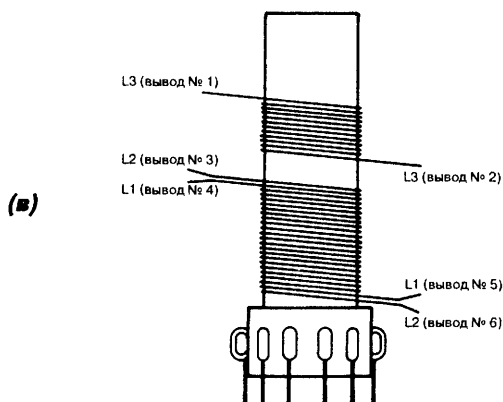
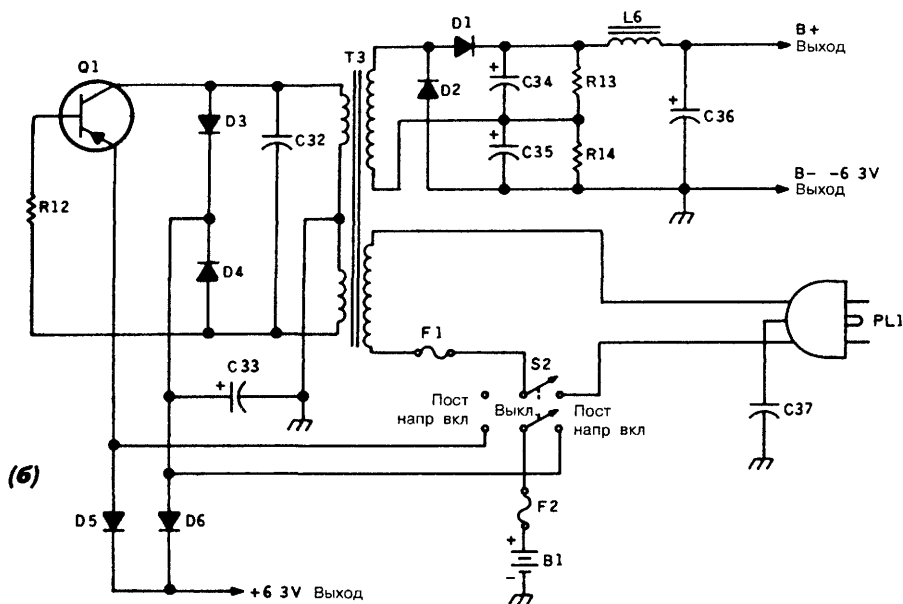
Примечание.

Катушка L1 содержит 14 витков, плотно намотанных между витками катушки L2, катушка L2 – 15 витков, намотанных между витками катушки L1, катушка L3 – 12 плотно намотанных витков, смещенных на 3,2 мм от начала катушек L1/L2.

(*) – для всех трех катушек индуктивностей использован эмалевый провод диаметром 0,41 мм.

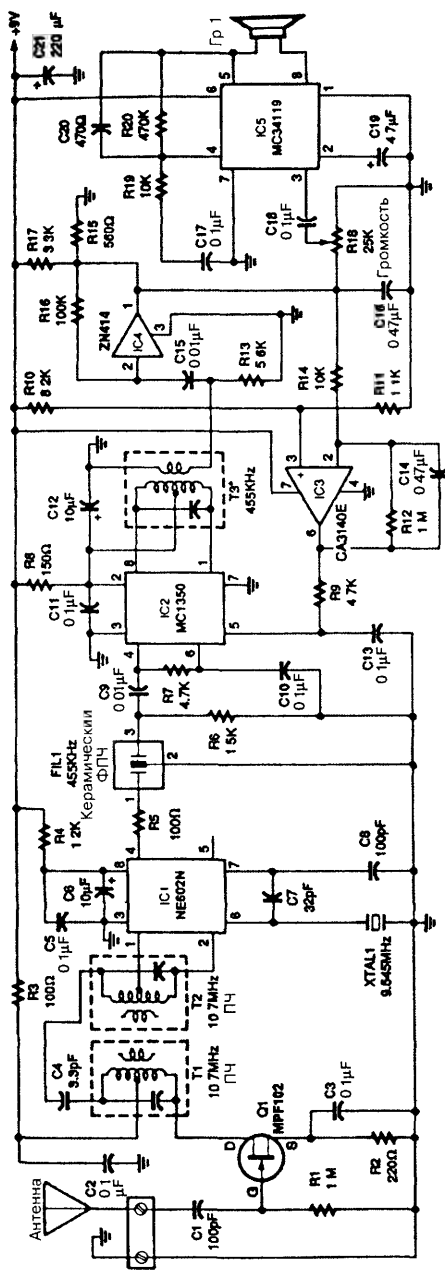
(**) – катушка индуктивности, 6,35 мм в диаметре, 34,92 мм в длину, выполнена на основе фенольных пластмасс, с двумя подстроечными ферритовыми сердечниками. Нижняя часть катушки имеет 12,7 мм в диаметре, 9,53 мм в длину, 6 лепестков для выводов.





ПРИЕМНИК СИГНАЛОВ СТАНЦИИ ЭТАЛОННЫХ ЧАСТОТ

Устройство, схема которого приведена на рис 89 8, представляет собой супергетеродинный приемник с кварцевой стабилизацией, имеющий ВЧ усилитель MPF102,



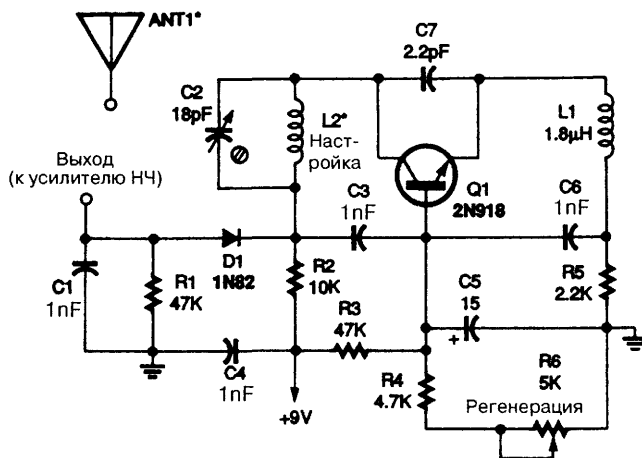
смеситель NE602, кварцевый полосовой фильтр, УПЧ MC1350P AM детектор ZN414 и низкочастотный выходной усилитель MC34119. В схеме АРУ используется ОУ CA3140E, в схеме гетеродина – кварц с частотой 9545 кГц.

ПРИЕМНИК ПОДНЕСУЩЕЙ ЧАСТОТЫ

Простой ЧМ демодулятор на основе системы фазовой автоподстройки частоты (PLL) может производить демодуляцию двух поднесущих и обеспечивать фоновое воспроизведение музыкальных программ (рис. 89.9). Входной сигнал на приемник поступает с первого ЧМ детектора широкополосного низкочастотного выхода ЧМ радиоприемника. Именно в указанной точке берется сигнал для ЧМ стереодемодулятора в ЧМ радиоприемниках. Необходимо обязательно удостовериться в том, что сигнал снимается с точки до фильтрации (то есть в данной точке еще присутствуют поднесущие частоты). После этой точки входной ЧМ сигнал проходит через фильтр высоких частот второго порядка и усилитель высших частот (Q1), который служит для формирования полосы пропускания и дополнительного усиления в пределах спектра входного сигнала до его поступления на вход ЧМ демодулятора. ЧМ детектирование выполняется простой ИС системы фазовой автоподстройки частоты LM565 (U1), используемой в качестве ЧМ демодулятора. Генератор, управляемый напряжением (ГУН), системы фазовой автоподстройки частоты настраивается на частоту 91 кГц через цепь R_T , C_T . Демодулированный выходной сигнал поступает на выход 7, а затем на комбинированный каскад фильтр нижних частот – усилитель (Q4). При необходимости характеристики

фильтра могут подстраиваться. Приведенный на рис. 89.9 вариант схемы рассчитан на частоту сопряжения (излома) порядка 5 кГц. Выходной сигнал после фильтра становится восстановленным выходным сигналом низкой частоты и одновременно входным сигналом для усилителя низкой частоты. Чтобы выбрать вторую поднесущую частоту (67 кГц), усилитель высших частот и ГУН настраиваются «синхронно, одной ручкой» ключами на транзисторах с насыщением (элементы Q2 и Q3). Они подключают соответствующим образом подобранные параллельные конденсаторы, перестраивающие усилитель высших частот и ГУН на необходимую частоту для выделения сигнала второй поднесущей частоты. Схема с приведенными параметрами элементов обеспечивает уровень ЧМ сигнала 50–300 мВ (эфф.) на входе усилителя высших частот. Если необходимо, динамические характеристики системы фазовой автоподстройки частоты могут изменяться с помощью подбора параметров фильтра нижних частот синхронного детектора. Типичное значение уровня восстановленного сигнала низкой частоты на выходе 7 ИС U1 составляет 200 мВ (эфф.). Для получения сигнала поднесущей частоты ЧМ радиоприемник можно настроить на обычную ЧМ станцию, а затем проверить наличие любой из двух поднесущих частот.

ПРОСТЫЙ ПРИЕМНИК НА ДИАПАЗОН 225–400 МГЦ ДЛЯ РАДИОСВЯЗИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ



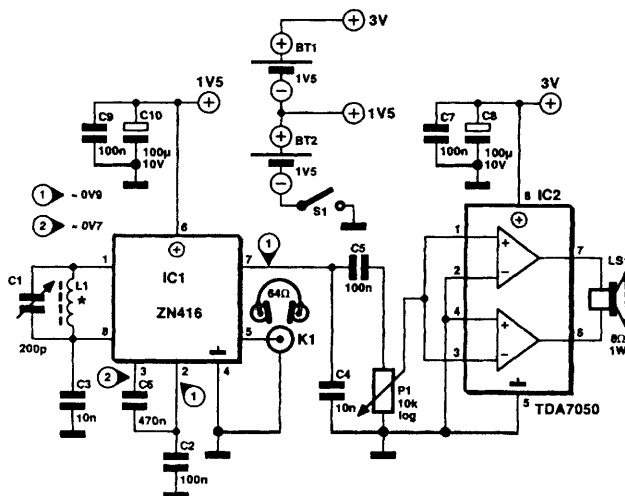
Popular Electronics

Рис. 89.10

Для того чтобы приведенная на рис. 89.10 схема успешно работала, следует использовать качественные компоненты и тщательно производить сборку. Два витка катушки настройки L2 могут быть намотаны проводом диаметром 0,64 мм на сверле диаметром 4 мм. Подводящие провода должны иметь минимальную длину и быть аккуратно проложены, особенно к транзисторам. Длина проводников не должна превышать 4 мм. Отвод низкочастотного сигнала можно сделать от катушки

индуктивности контура настройки через электролитический конденсатор емкостью 5 мкФ (или около того), но цепь, включающая диод 1N82, должна обеспечивать минимальные потери сигнала ВЧ сигнал от ввода ANT1 (антенна имеет длину приблизительно 45,7 мм) через конденсатор небольшой емкости (1 пФ или менее) поступает на эмиттер 2N918. Могут использоваться другие ВЧ транзисторы, но тогда потребуются изменить значения резисторов в цепи регенерации. Выходной сигнал схемы должен поступить на усилитель низкой частоты

ПРИЕМНИК СРЕДНЕВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА НА ДВУХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМАХ



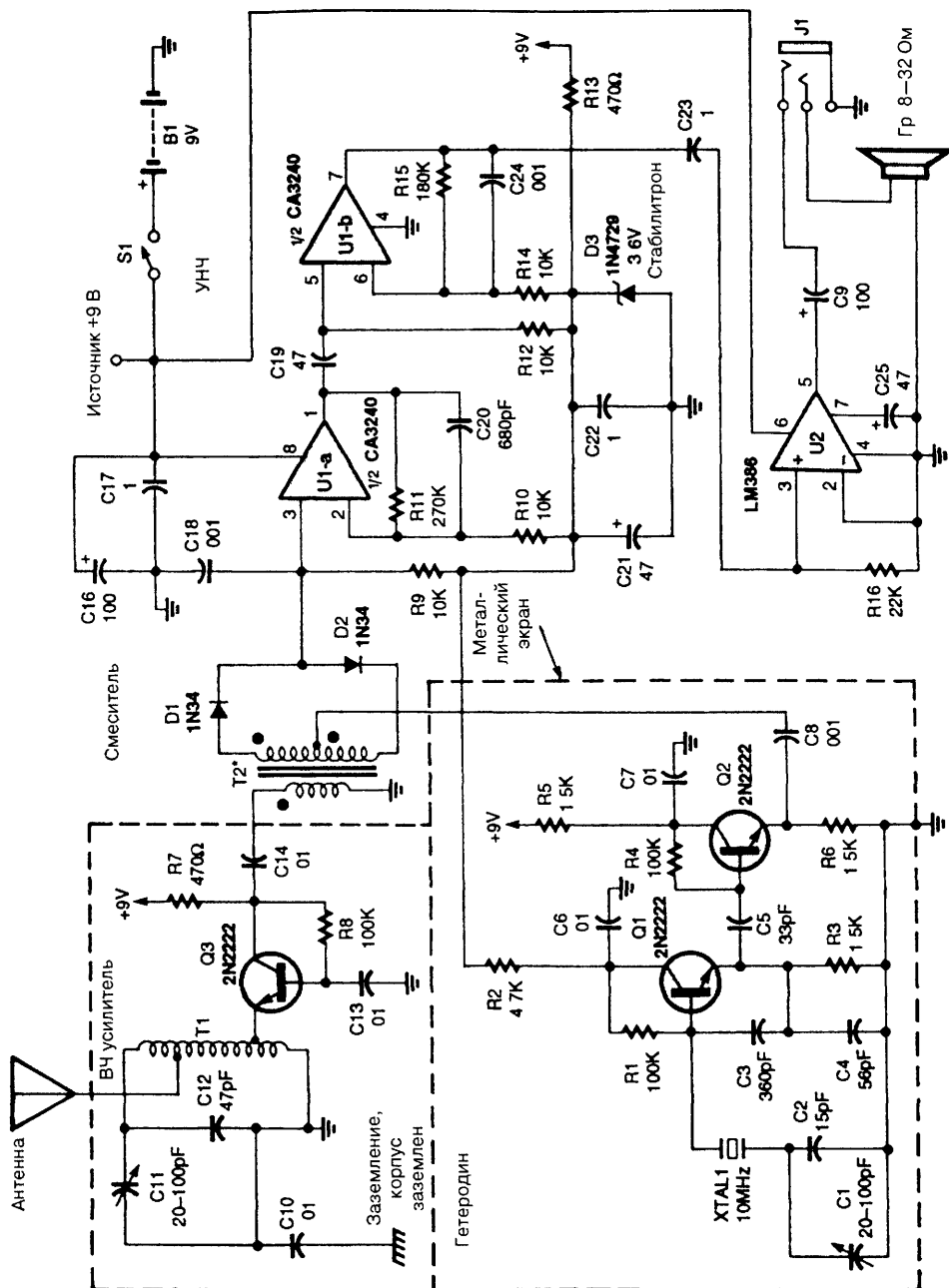
Elektronika

Рис. 89.11

60 витков приемной антенны L1 намотаны эмалевым медным проводом диаметром 0,2 мм на ферритовый стержень диаметром 12 мм и длиной порядка 12 см. Входной контур настраивается переменным конденсатором C1 с пленочным диэлектриком емкостью 500 пФ. Низкочастотный усилитель TDA7050 требуется лишь в случае использования небольшого динамика вместо наушников (или в дополнение к ним). Усилитель мощности звуковой частоты также добавляется в целях удобства для регулировки громкости. ИС питается напряжением 1,54 В от одной из двух последовательно включенных батареек размером АА, напряжение 3 В необходимо для питания ИС TDA7050. Ток потребления схемы составляет 8 мА.

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРИЕМА ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ

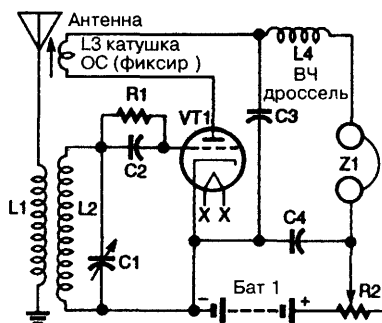
Принятый радиосигнал с антенны АНТ1 (рис. 89.12) передается через Т1 на усилительный транзистор Q3 с общей базой, а затем на схему смесителя, образованную



Примечание. Номиналы конденсаторов, большие 680 пФ, указаны в микрофарадах (мкФ)

T2, D1 и D2 Смеситель обладает наилучшими характеристиками когда параметры вторичных обмоток T2 абсолютно идентичны, а также тщательно подобрана диодная пара D1 и D2 Выходной сигнал цепи гетеродина (генератор Колпитца с заземленным коллектором на основе транзистора Q1) поступает на эмиттерный повторитель Q2, который подает управляющий сигнал на смеситель Демодулированный сигнал приходит на каскад из двух ОУ (U1a и U1b) с высоким коэффициентом усиления (до 50 дБ) Усилитель U2 (усиление 20 дБ) обеспечивает достаточный выходной сигнал как для динамика с сопротивлением 8 Ом так и для наушников с сопротивлением 32 Ом Громкость устанавливается длиной гибкой штыревой антенны При работе на наушники с сопротивлением 32 Ом схема потребляет ток менее 25 мА, при подключении динамиков с сопротивлением 8 Ом потребление возрастает до 40 мА

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПРИЕМНИК, УПРАВЛЯЕМЫЙ ПЕРЕМЕННЫМ РЕЗИСТОРОМ



Electronics Now

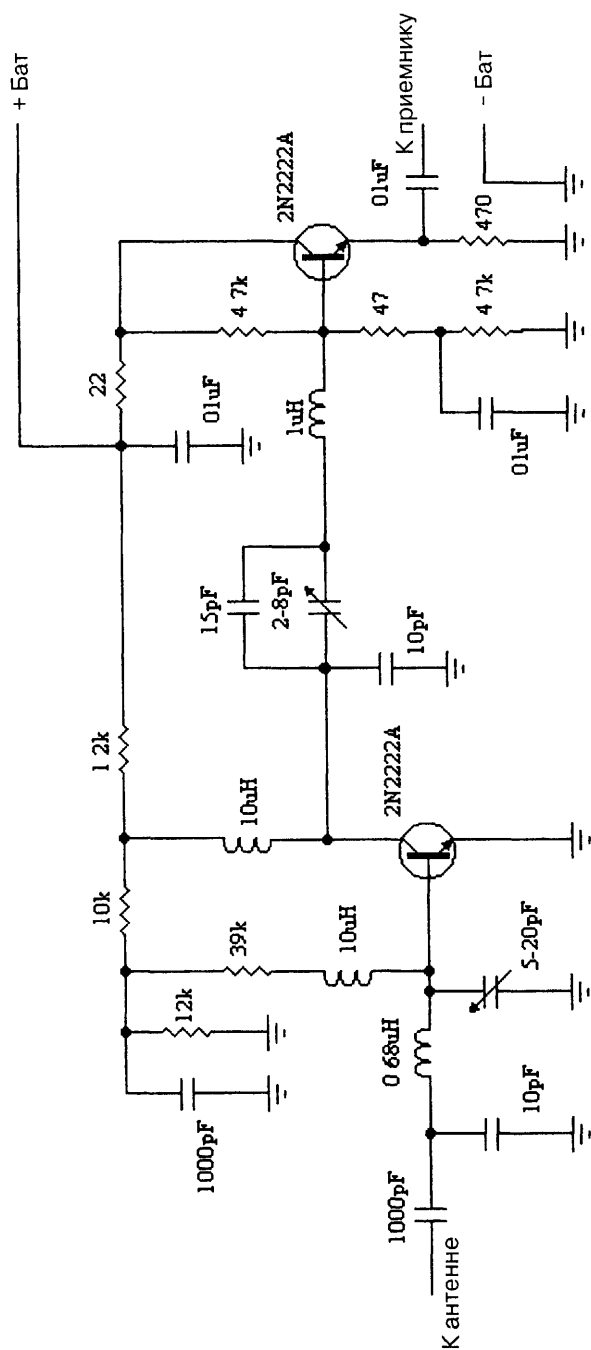
Рис. 89.13

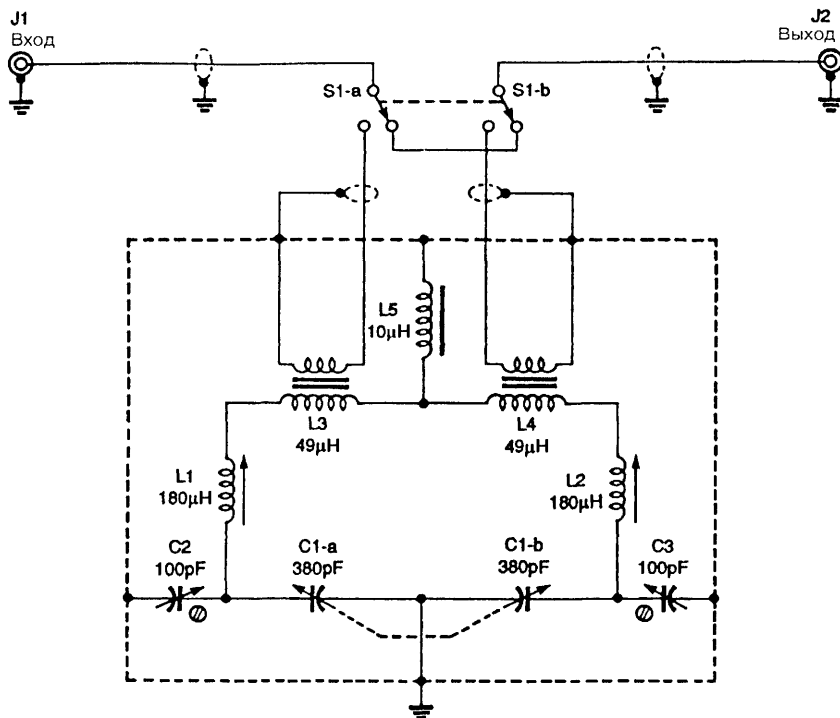
ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ПРИЕМНИКА

Приведенная на рис 89 14 схема имеет малые габариты, малое потребление и легко монтируется на печатной плате Необходимыми условиями при монтаже являются минимально возможная длина проводников и расположение проходных конденсаторов как можно ближе к положению, занимаемому ими на принципиальной схеме относительно остальных элементов Схема устанавливается в разрыв антенного проводника При аккуратном и точном выполнении монтажа она обеспечивает усиление порядка 20 дБ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ СЕЛЕКТОР ЧМ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОГО ДИАПАЗОНА

Схема предварительного селектора для АМ радиовещательного диапазона (см рис 89 15) полностью симметрична, поэтому выходной вывод J2 может быть





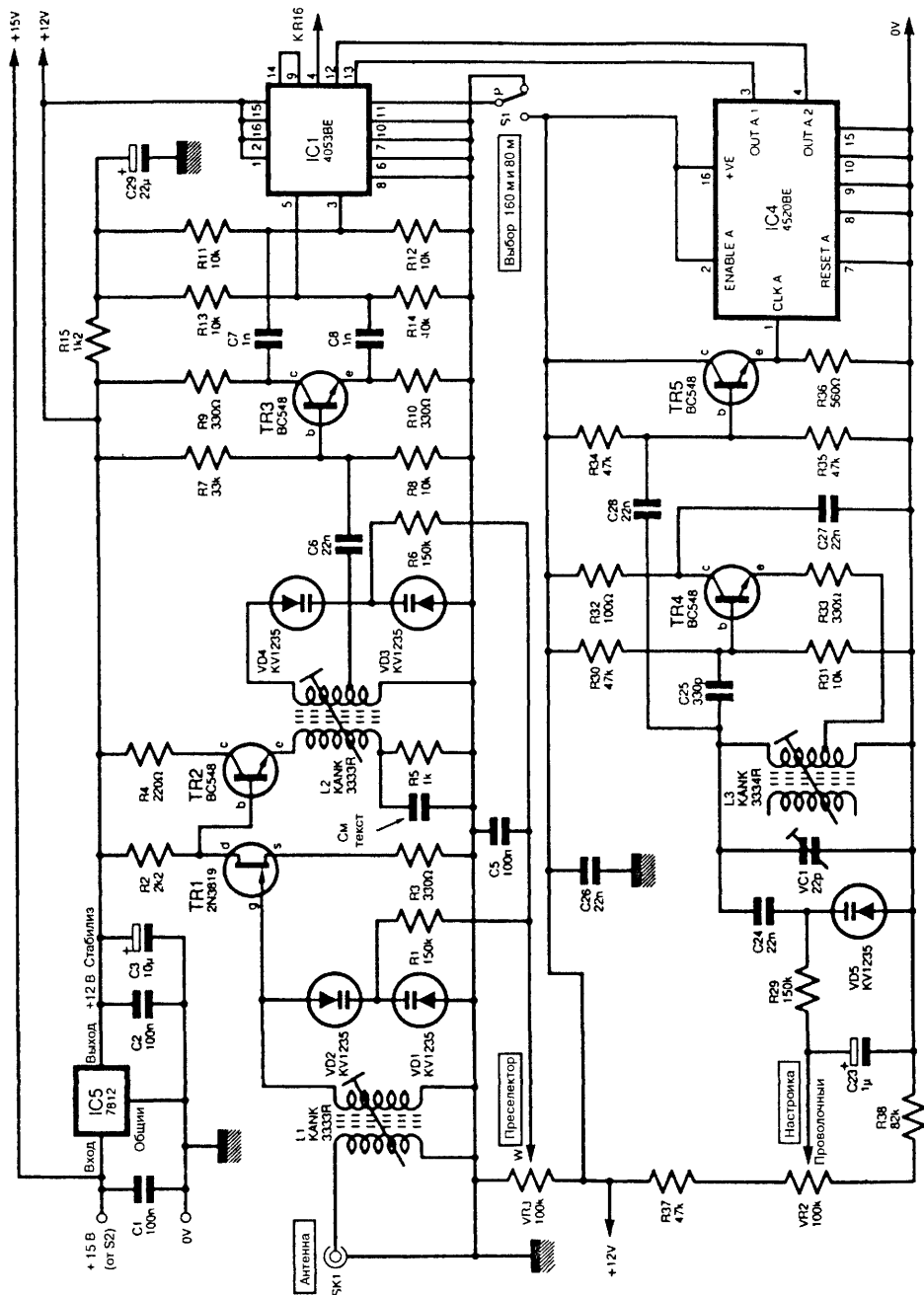
Popular Electronics

Рис. 89.15

использован в качестве входного, что упрощает процедуру подключения схемы к приемнику. Для отключения схемы рекомендуется установить переключатель S1.

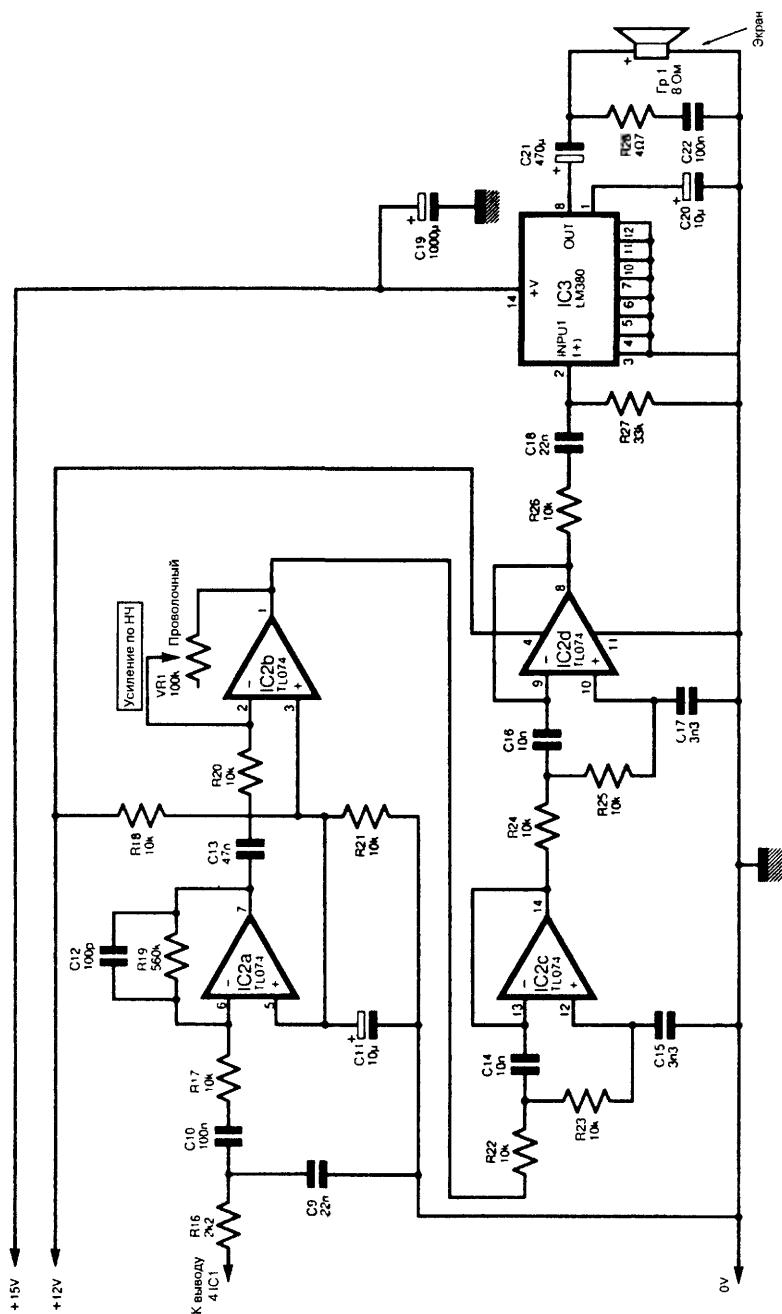
ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ НА 80 И 160 М

На рис. 89.16 представлена полная принципиальная схема (за исключением источника питания) приемника прямого усиления на фиксированные диапазоны 80 и 160 м. Поступающий на антенну высокочастотный (ВЧ) сигнал передается на первичную обмотку катушки L1. Необходимая резонансная частота контура, включающего вторичную обмотку, задается двумя встречно включенными варикапами (VD1 и VD2). ВЧ сигнал с транзистора TR1 поступает на базу транзистора TR2 – эмиттерный повторитель, нагруженный на L2. Резонансная частота контура, включающего вторичную обмотку L2, задается варикапами VD3 и VD4. Генератор, управляемый напряжением (ГУН), включает в себя цепь настройки, которая состоит из ВЧ трансформатора L3, переменного подстроечного конденсатора VC1 и варикапа VD5. Переменное смещение на VD5 задается настроочным резистором VR2. Транзистор TR4 поддерживает необходимую частоту колебаний, TR5



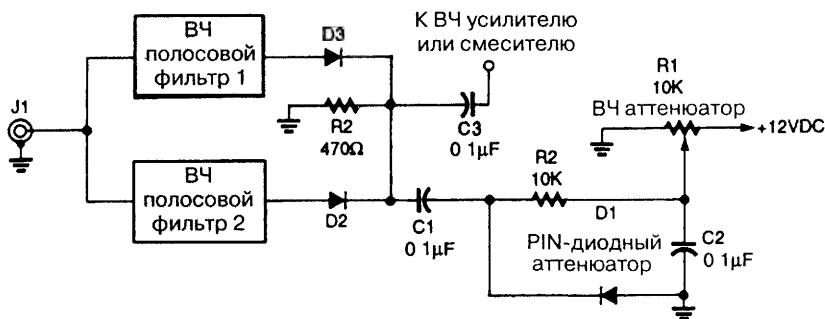
Everyday Practical Electronics

Рис. 89.16 (а)



является эмиттерным повторителем, выходной сигнал с которого управляет цепью КМОП делителя на ИС IC4. ГУН перекрывает диапазон частот 6,9–8,1 МГц, делитель на основе IC4 выделяет частотные диапазоны 3450–4050 кГц (для длины волны 80 м) и 1725–2025 кГц (для длины волны 160 м). Выходной сигнал с IC4 поступает на ИС IC1, представляющую собой часть идеального смесителя. ВЧ сигнал, снимаемый с отвода на вторичной обмотке L2, подается на расщепитель фазы, который образован транзистором TR3 и связанными с ним элементами. Аналоговый переключатель IC1 работает с задаваемой ГУН частотой, вырабатывая суммарную и разностную частоты от ГУН и поступившего ВЧ сигнала. Выходной сигнал на выходе 4 IC1 должен быть отфильтрованным, чтобы обеспечивать устойчивый аудиосигнал. ИС IC2a образует инвертирующий, с высоким коэффициентом усиления усилитель, дающий ослабление –3 дБ в точках с частотами приблизительно 300 Гц и 3 кГц. Затем аудиосигнал поступает на ИС IC3 с максимальной выходной мощностью 2 Вт. ИС LM380 используется в стандартной конфигурации с фиксированным усилением порядка 30 дБ.

ВЧ АТТЕНЮАТОР ВХОДНОГО КАСКАДА ПРИЕМНИКА



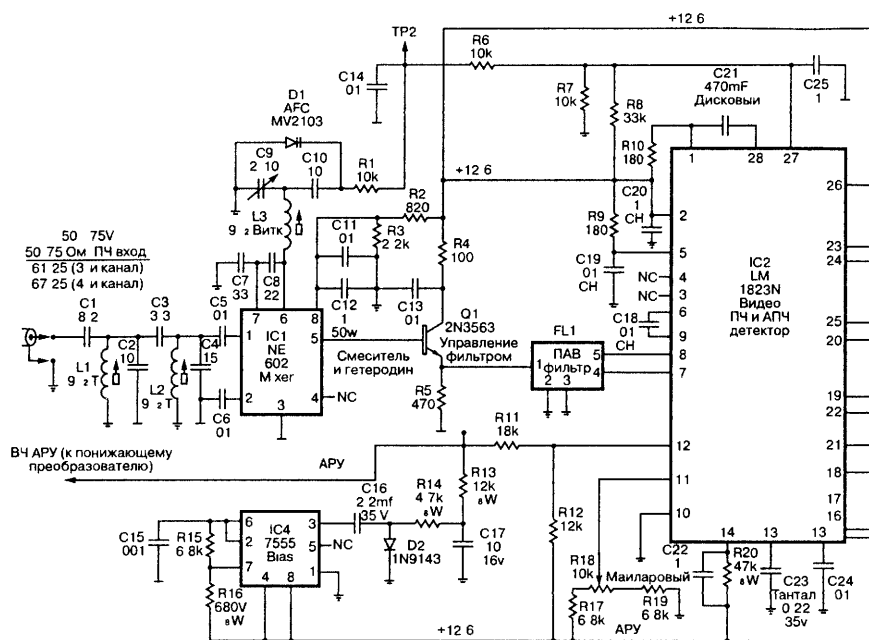
Popular Electronics

Рис. 89.17

Схема высокочастотного аттенюатора входного каскада на PIN-диоде содержит простую шунтирующую цепь. Напряжение постоянного тока, снимаемое с потенциометра, задает уровень ослабления сигнала. В качестве PIN-диода можно использовать MV3404 или аналогичный.

ПРИЕМНИК ВИДЕО- И АУДИОСИГНАЛА В ДИАПАЗОНЕ ЧАСТОТ 60–72 МГц И СИСТЕМА ПЧ

В приведенной на рис. 89.18 системе ПЧ использована ИС IC1 типа NE602 (гетеродин-смеситель) для преобразования телевизионного сигнала очень высокой частоты (ОВЧ) диапазона 60–72 МГц (3-й или 4-й каналы стандарта NTSC) в сигнал частотой 45 МГц. Для полосовой фильтрации использован фильтр на поверхностных акустических волнах (ПАВ), за которым включена ИС IC2 LM1823 (видео



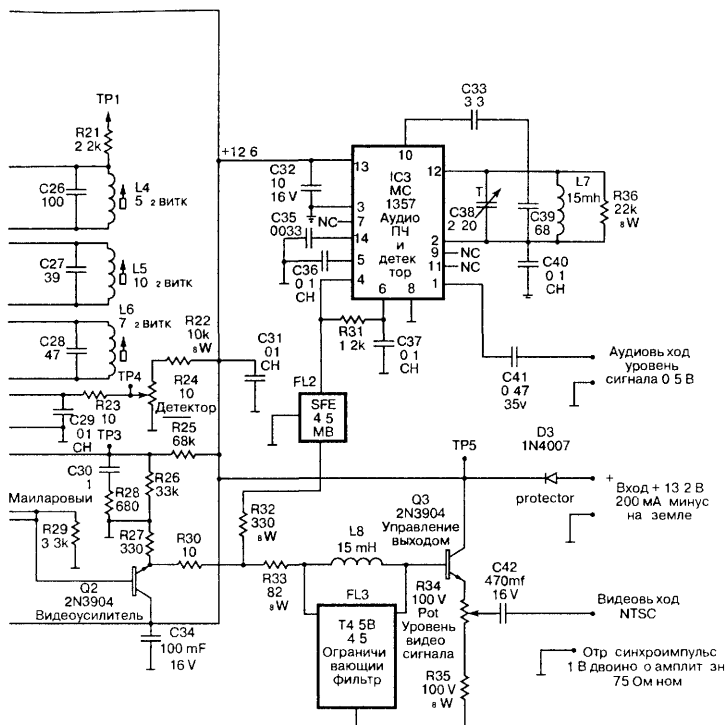
William Sheets

Рис. 89.18 (1 из 2)

Примечание.

- 1 Следующие дополнения относятся к элементам, у которых на схеме спецификация указана не полностью. Все резисторы имеют мощность рассеяния 0,25 Вт и допуск $\pm 5\%$, все конденсаторы емкостью более 0,1 мкФ – электролитические, допуск $+80/-20\%$, все конденсаторы емкостью более 0,001, но менее 0,1 мкФ – майларовые, допуск $\pm 10\%$, все конденсаторы емкостью более 1 пФ – керамические, класса NP0, допуск $\pm 5\%$, все конденсаторы емкостью 0,01 мкФ – дисковые керамические или бескорпусные (CH).
- 2 Аббревиатура «CH» обозначает бескорпусные конденсаторы 60×120, «TP» – контрольные точки для проверки схемы.
- 3 Последними по нумерации элементами схемы являются R36, C42, IC4, Q3, FL3, D3, TP6.

ПЧ/АРУ и АПЧ детектор) Восстановленный видеосигнал через низкочастотные ограничивающий и выделяющий фильтры на 4,5 МГц поступает на выходной эмиттерный повторитель и достигает значения 1,5 В (размах) для сопротивления нагрузки 75 Ом. ИС IC3 MC1357P (ЧМ детектор ПЧ/ограничитель/схема квадратурирования) восстанавливает аудиоинформацию и обеспечивает уровень выходного низкочастотного линейного сигнала 0,5 В (двойная амплитуда). ИС



William Sheets

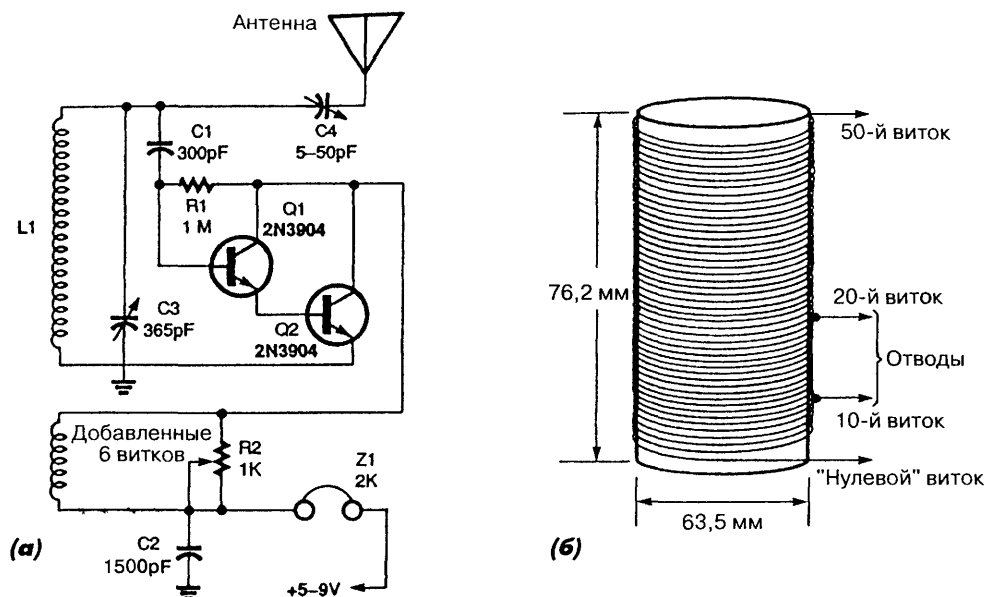
Рис. 89.18 (2 из 2)

LM555 (генератор) и диод 1N914 составляют схему преобразователя постоянного напряжения в постоянное, обеспечивающего отрицательным напряжением (-3 В) систему АРУ микросхемы LM1823. Напряжения как АПЧ, так и АРУ совместимы для подключения к внешним понижающим преобразователям частоты используемым в любительских ТВ приемниках, которые работают в диапазоне частот 440 915–1280 МГц. Схема питается от источника напряжения 12 В, потребляемый ток равен приблизительно 200 мА.

Полный комплект элементов, включая печатную плату, можно заказать в Norton Country Radio, P.O. box 53, Wykagyl Station, New Rochelle, NY 10804-0053A.

РЕГЕНЕРАТИВНЫЙ ПРИЕМНИК НА ТРАНЗИСТОРАХ

Для использования в схеме регенеративного приемника катушки, изображенной на рис. 89.19, ее необходимо доработать. На нижнюю часть обмотки катушки (L1) изолированную лентой, намотать 6 витков провода диаметром 0,81 или 0,91 мм, оставив концы длиной примерно 10 см, после чего закрепить добавленную обмотку. Затем доработанную катушку нужно подключить к схеме приемника. Два транзистора 2N3904 включены по схеме Дарлингтона, обеспечивающей высокое входное

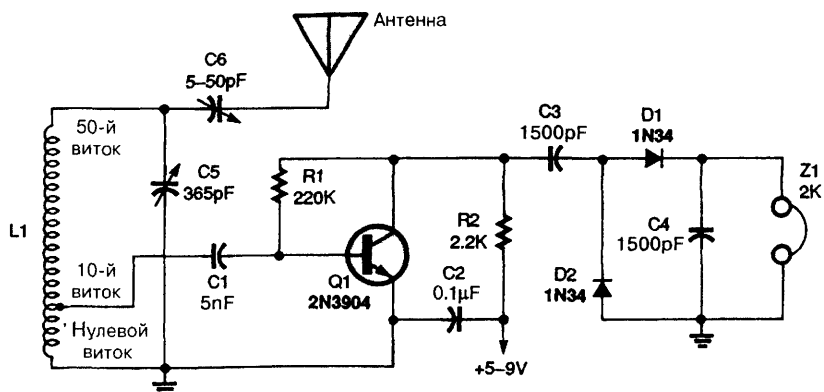


Popular Electronics

Рис. 89.19

сопротивление с целью уменьшения нагрузки на цепь настройки. Потенциометр R2 управляет ВЧ положительной обратной связью. В случае отсутствия приема или прохождения слабого сигнала следует поменять местами подключение к схеме дополнительной шестивитковой обмотки обратной связи

ПРОСТОЙ ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ



Popular Electronics

Рис. 89.20 (а)



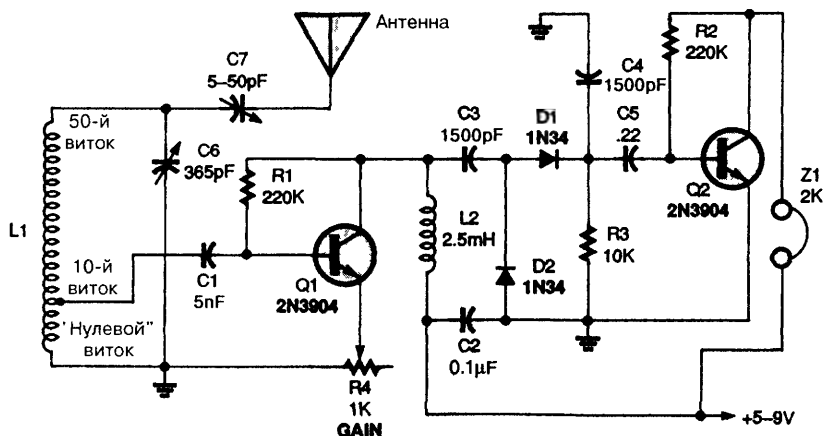
Popular Electronics

Рис. 89.20 (б)

На рис. 89.20 представлена схема приемника, содержащего ВЧ усилитель. Настройка на требуемую частоту осуществляется подстроечным конденсатором С5

ДВУХТРАНЗИСТОРНЫЙ РАДИОПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ С УСИЛИТЕЛЕМ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Радиоприемник, схема которого приведена на рис. 89.21, позволяет регулировать уровень усиления его ВЧ усилителя сопротивлением R4.



Popular Electronics

Рис. 89.21 (а)



Рис. 89.21 (б)

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ВХОДНОГО КАСКАДА ПРИЕМНИКА

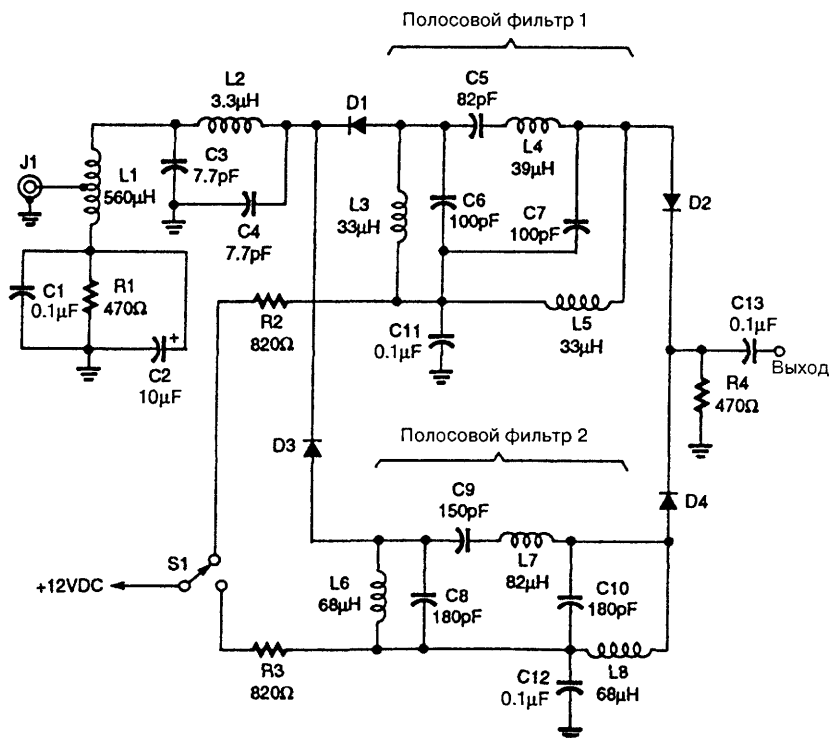


Рис. 89.22

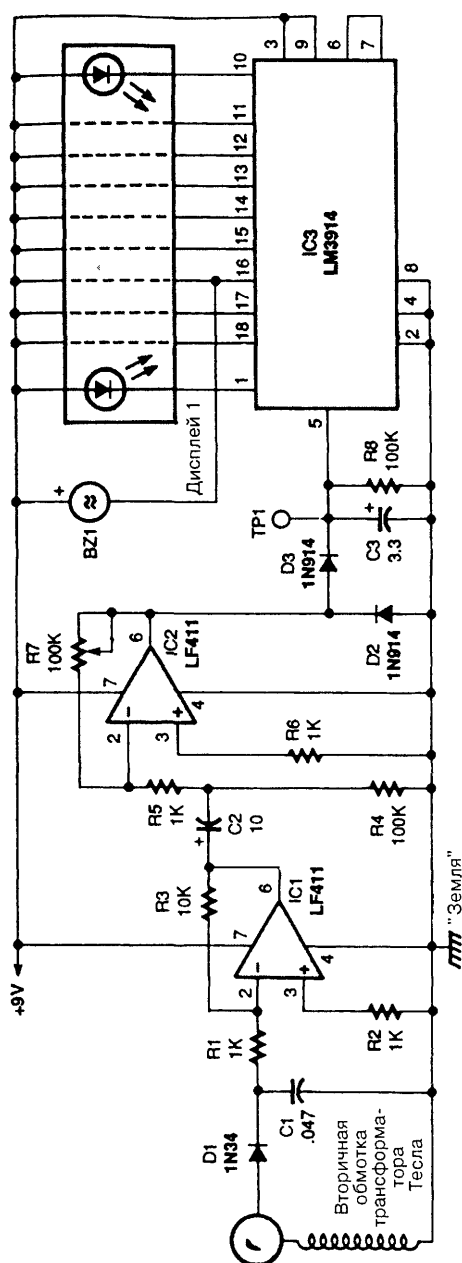


Рис. 89.23

Popular Electronics

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

Переключение входного каскада приемника может осуществляться с использованием переключателей на PIN-диодах (как показано на рис. 89.22). В качестве PIN-диодов допустимо применять диоды MV3404 или аналогичные.

ПРИЕМНИК НА ВТОРИЧНОЙ ОБМОТКЕ ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛА

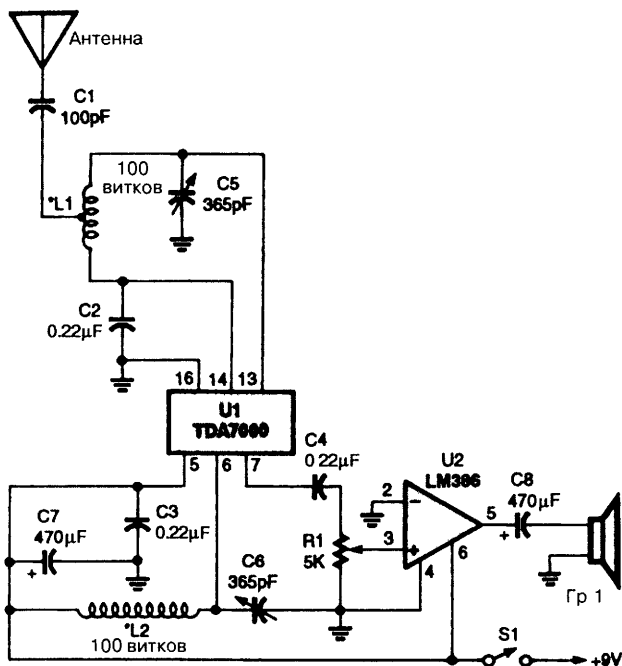
Для использования вторичной обмотки трансформатора Тесла необходимо намотать 750 витков эмалированного провода диаметром 0,51 мм на поливинилхлоридную трубку длиной 45,7 см и внешним диаметром 4,8 см. Катушка имеет индуктивность примерно 2800 мГн и собственную емкость примерно 20 пФ. Один конец обмотки должен быть соединен с «землей», а на другой конец нужно поместить металлический шар (или, например, круглую ручку от ящика комода или от входной двери). Затем следует подключить ее к детекторному приемнику (см. рис. 89.23). ВЧ сигнал детектируется германиевым диодом D1 (1N34), сила сигнала достаточно велика. Схема позволяет вести прием одной или нескольких радиостанций АМ диапазона в зависимости от катушки, частот местных передающих радиостанций и расстояния до них.

ПРИЕМНИК ОЧЕНЬ НИЗКИХ ЧАСТОТ НА ОУ

На рис. 89.24 приведена принципиальная схема приемника очень низких частот на ОУ. В схеме использован входной каскад на виртуальной индуктивности (виртуальная индуктивность – схема,

интегрирующей RC-цепью, состоящей из R12, C7. Буферный усилитель (A1D) не обходим для отделения прецизионного выпрямителя от ВЧ выходного усилителя

ВХОДНОЙ КАСКАД АМ ПРИЕМНИКА НА ОДНОЙ МИКРОСХЕМЕ



Popular Electronics

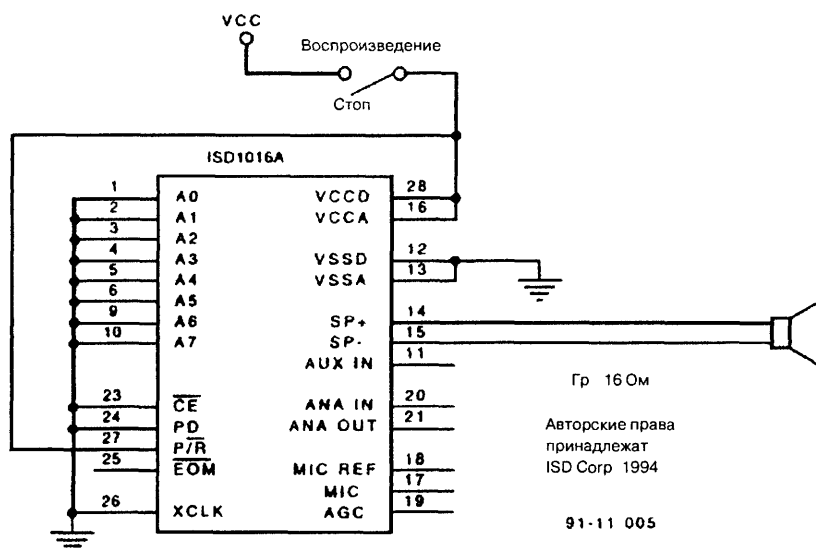
Рис. 89.25

Принципиальная схема этого приемника очень проста: нужно намотать две катушки, соединить несколько элементов и подключить к входу простую проводную антенну. Обмотки L1 и L2 содержат по 100 витков эмалированного медного провода диаметром 0,32 мм, намотанного на тороидальные сердечники Т80-2 (обмотка L1 имеет отвод от 30-го витка).

ГЛАВА 90

СХЕМЫ ЗАПИСИ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

УСТРОЙСТВО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ БЕЗ МАГНИТНОЙ ЛЕНТЫ I

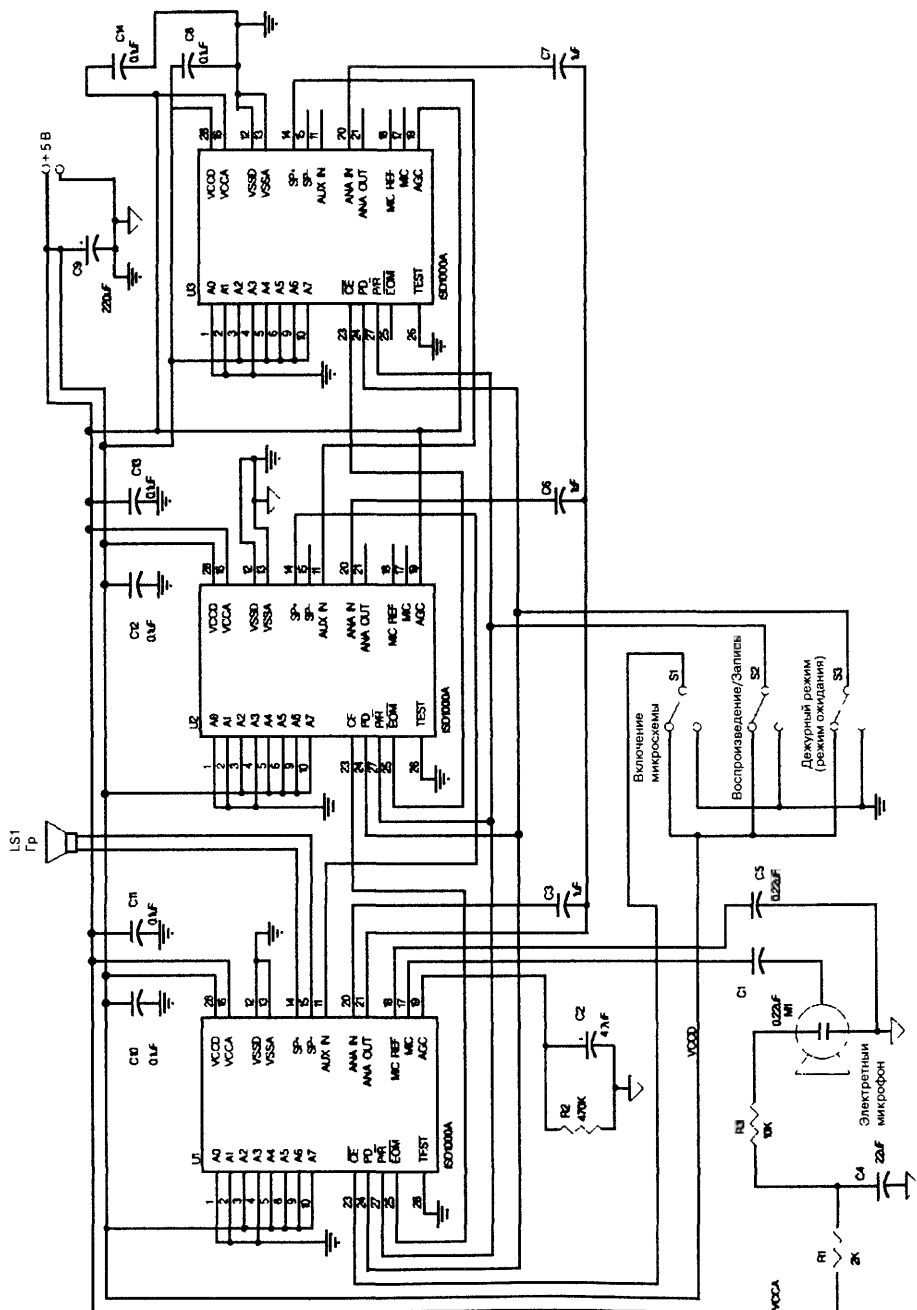


Nuts and Volts

Рис. 90.1

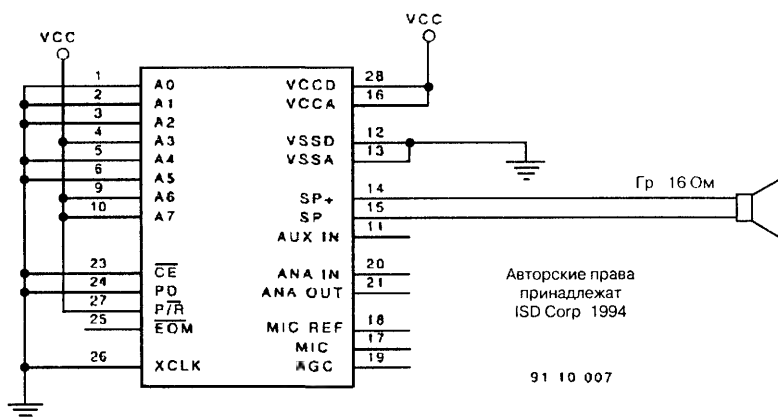
На рис. 90.1 приведена схема устройства воспроизведения без магнитной ленты. Здесь требуется предварительно записанное сообщение, которое должно быть запрограммировано в ИС ISD1020A. Для воспроизведения необходимо перевести переключатель в положение +5 В. Микросхема ISD1020A воспроизводит записанный фрагмент однократно и затем останавливается. Так как на выводе CE низкий уровень сигнала, биты окончания сообщения игнорируются. Быстрый перевод переключателя в разомкнутое состояние и затем возвращение в положение +5 В приводит к повторному воспроизведению

СХЕМА ЗАПИСИ/ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СООБЩЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ 1 МИН



Многие схемы для записи и воспроизведения речевых сообщений, использующие батарейное питание, должны обладать небольшим потреблением. На рис. 90.3 представлена схема записи и воспроизведения, в которой осуществляется автоматическое снижение потребляемой мощности питания RS-триггер, состоящий из логических элементов 2И-НЕ (U2A и U2B, из сборки триггеров Шмитта типа 4093), управляет входами PD и CE в режиме воспроизведения. Часть схемы, поддерживающая режим ЗАПИСЬ, состоит из U2C и U2D и нескольких дополнительных элементов. Для начала записи переключателем S2 подается нулевой уровень сигнала на входе U2D. Триггер Шмитта микросхемы U2 активизирует логический входной сигнал на ИС ISD1020A.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ



Nuts and Volts

Рис. 90.4

Примечание. Схема закольцована на начало по адресу 000, а конец сообщения не может достигать адреса 160 (конец)

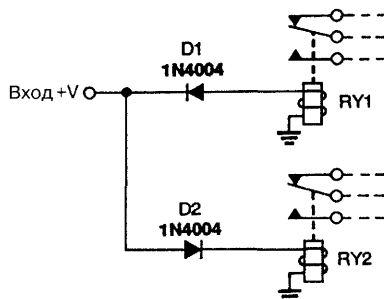
Данной ИС ISD1020A требуется предварительная запись сообщения, которое затем должно быть запрограммировано в ней. Для многократного автоматического повторения записанного сообщения используется схема (рис. 90.4), в которой применяется режим работы бесконечного воспроизведения записанного сообщения, как только сообщение начнется с адреса 0 (начало памяти). При такой организации схемы не требуется занимать целых 20 с аналоговой памяти. Запись сообщения на ISD1020A производится с помощью процедуры Yask/Yask при нулевом разряде всех адресных битов. Далее собирается схема, приведенная на рис. 90.4. Необходимо отметить, что на адресные биты A6 и A7 для установки режима бесконечного воспроизведения должна поступать единица. Адресный бит A3 также должен иметь единицу, чтобы обеспечить непрерывное повторение. При подаче на адрес PD нуля, на P/R – единицы, на CE – нуля начальное сообщение микросхемы ISD1020A будет воспроизводиться вновь.

Для записи применяется электретный микрофон с тремя выводами. Вне печатной платы располагаются только следующие элементы: микрофон, динамик и источник питания. Для улучшения воспроизведения звука динамик рекомендуется защитить (поместить, например, в какой-нибудь корпус). В качестве источника питания можно использовать четыре батарейки типа АА напряжением 1,5 В.

ГЛАВА 91

РЕЛЕЙНЫЕ СХЕМЫ

СХЕМА ПОЛЯРНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНОГО РЕЛЕ



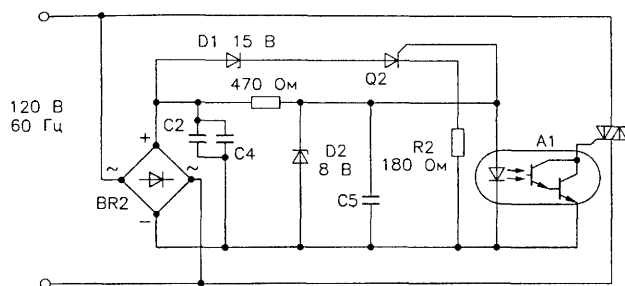
Popular Electronics

Рис. 91.1

На рис. 91.1 приведена схема полярно-чувствительного реле. Принцип его действия следующий. Когда на вход схемы поступает положительное напряжение, включается реле RY1, когда отрицательное напряжение – реле RY2.

ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ РЕЛЕ С ТОКОМ УПРАВЛЕНИЯ 50 мКА

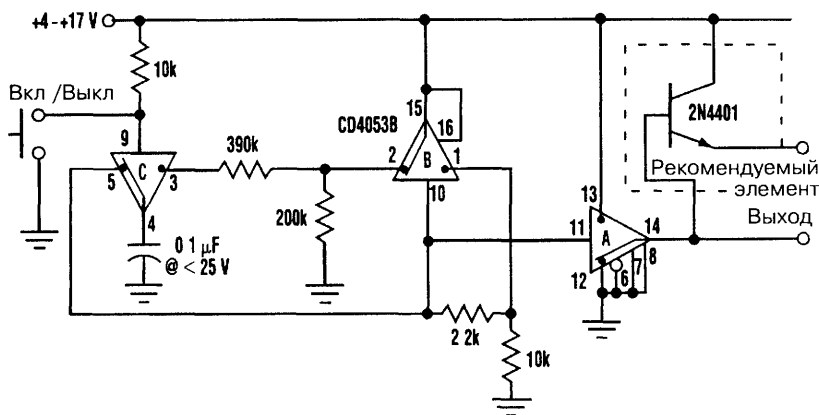
Реле, схема которого представлена на рис. 91.2, при токе управления 50 мКА способно переключать мощность до 600 Вт в сети переменного тока 120 В. В схеме использован симистор, рассчитанный на ток до 10 А и напряжение 400 В. Управляющий ток симистора проходит через цепь, образованную маломощным мостовым выпрямителем, стабилитроном с рабочим напряжением 15 В, тиристором (Q2) и резистором с сопротивлением 180 Ом (R2). Схема позволяет маломощному тиристору управлять переменным током, проходящим через цепь управления симистора. Напряжение, необходимое для цепи управления тиристора, получают выпрямлением и фильтрацией переменного напряжения на симисторе. Конденсаторы C2, C4 и C5, резистор R3, мостовой выпрямитель BR2 и стабилитрон D2 составляют цепь выпрямления. C5 и D2 отфильтровывают и ограничивают напряжение питания величиной примерно 8 В, тогда как резистор R3 (470 Ом) регулирует зарядный ток. Для получения несколько большего напряжения (до 30 В – двойная амплитуда) последовательно с тиристором включают стабилитрон на 15 В (D1). D1 слегка смещает точку отпирания тиристора за каждую половину периода и лишь немного снижает значение эффективной мощности в нагрузке. Постоянное напряжение управления, вырабатываемое цепью выпрямителя, подается на управляющий электрод симистора с использованием чувствительного оптрона с транзисторами по схеме Дарлингтона (A1). Для включения тиристора достаточно тока величиной 50 мКА, протекающего через светодиод в оптроне.



Electronic Design

Рис. 91.2

СХЕМА ТВЕРДОТЕЛЬНОГО РЕЛЕ С ФИКСАЦИЕЙ СОСТОЯНИЯ



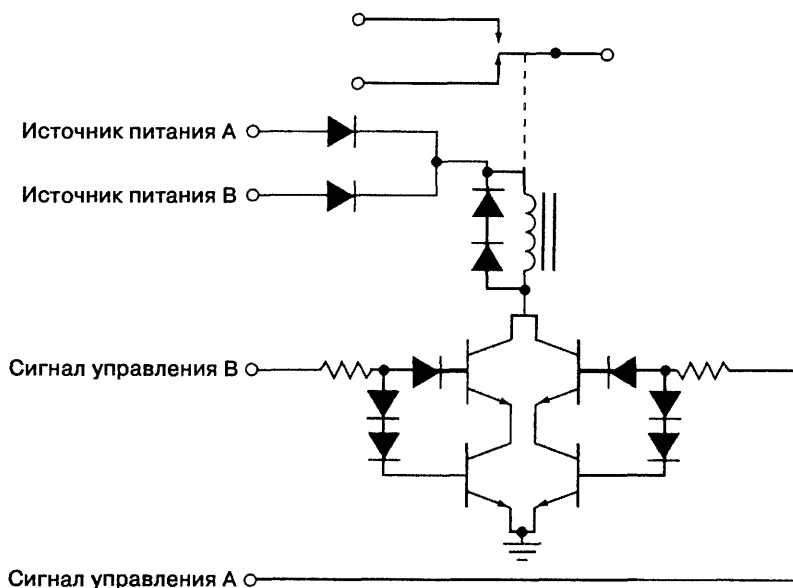
Electronic Design

Рис. 91.3

Простые схемы, как правило, характеризуются резким, скачкообразным переключением, поскольку существует много способов осуществить фиксацию одного из бистабильных состояний. Схема (рис 91.3), объединяющая эти функции в одной топологии, нетребовательна к изменениям питающего напряжения (она продолжает прекрасно работать при трехкратном изменении напряжения питания) и, что особенно важно, нетрадиционна. Применяемая ИС является тройным однополюсным на два положения КМОП переключателем 4053В. Секция В используется в качестве бистабильного фиксатора и сохраняет текущее состояние реле ВКЛ./ВЫКЛ. Резистор сопротивлением 2,2 кОм, включенный между выводом 1 (вывод ВКЛ. переключателя) и выводом 10 (вход управляющего сигнала), обеспечивает положительную обратную связь, которая закрепляет имеющееся на данный момент состояние переключателя. Итак, если фиксатор находится во включенном состоянии, вывод 1 соединится с выводом 15 и, следовательно, с положительной питающей шиной. Это

закрепит положительное напряжение на выводе 10 и включенное состояние переключателя. Если же, с другой стороны, фиксатор выключен, то электрическая связь между выводами 1 и 15 будет разорвана, а резистор 10 кОм закоротит вывод 1 на «землю». Это приведет к малому значению напряжения на выводе 10, и фиксатор будет находиться в отключенном состоянии. В то же время на выводе 2 присутствует логический выходной сигнал, инверсный сигналу на выводе 1. Этот сигнал поступит на вывод 3 и затем, если кнопка управления («Вкл./Выкл.») разомкнута, на вывод 4 и зарядит конденсатор до напряжения, противоположного по величине напряжению на фиксаторе. Такое состояние будет сохраняться до тех пор, пока не будет нажата кнопка управления, что вызовет подключение конденсатора к выводу 10 и изменит состояние фиксатора. Секция А микросхемы 4053В применяется в качестве выходного усилителя, ее выходное сопротивление составляет порядка 200 Ом при использовании источника питания 5 В и уменьшается до 100 Ом при работе с источником питания 12 В. Если указанные параметры недостаточны для практического применения схемы, транзисторный эмиттерный повторитель, подобный приведенному на рис. 93.1, увеличит способность схемы управлять токами до 0,1 А.

ОТКАЗОУСТОЙЧИВАЯ СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕЛЕ



Механические реле удобны в схемах с дистанционным управлением, где требуется электрическая развязка схем управления и коммутации. Обычно для возбуждения обмоток реле используется управляющая схема на одном транзисторе, включенном с общим эмиттером. В схеме, показанной на рис. 91.4, все элементы дублируются, что уменьшает вероятность появления неустраняемых повреждений. Дополнительные транзисторные ключи, включенные в схему последовательно с основными управляющими транзисторами, поддерживают ее в рабочем состоянии в случае отказа основного транзистора. Диоды, соединенные с верхними транзисторами, служат для предотвращения протекания обратного тока в цепи базы в случае пробоя перехода коллектор–база. Диоды, соединенные с нижними транзисторами, задают соответствующее смещение для схемы. Напряжение отпирания (V_{BE}) у верхних и нижних транзисторов приблизительно одинаково, поскольку в схеме используются транзисторы одного типа (2N3700) и, следовательно, в них протекают почти одинаковые токи. Поэтому напряжение отпирания (V_{BE}) нижнего транзистора будет примерно таким же, как падение напряжения на одном диоде, и транзистор станет работать в активном режиме. Питание реле осуществляется за счет двух источников напряжения, соединенных через диоды по схеме монтажное ИЛИ. Дополнительные диоды фиксируют всплески напряжения самоиндукции обмотки реле в случае, если один из заграждающих диодов выйдет из строя из-за короткого замыкания

ГЛАВА 92

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

ПРОСТЫЕ СХЕМЫ СОПРЯЖЕНИЯ С УСТРОЙСТВАМИ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

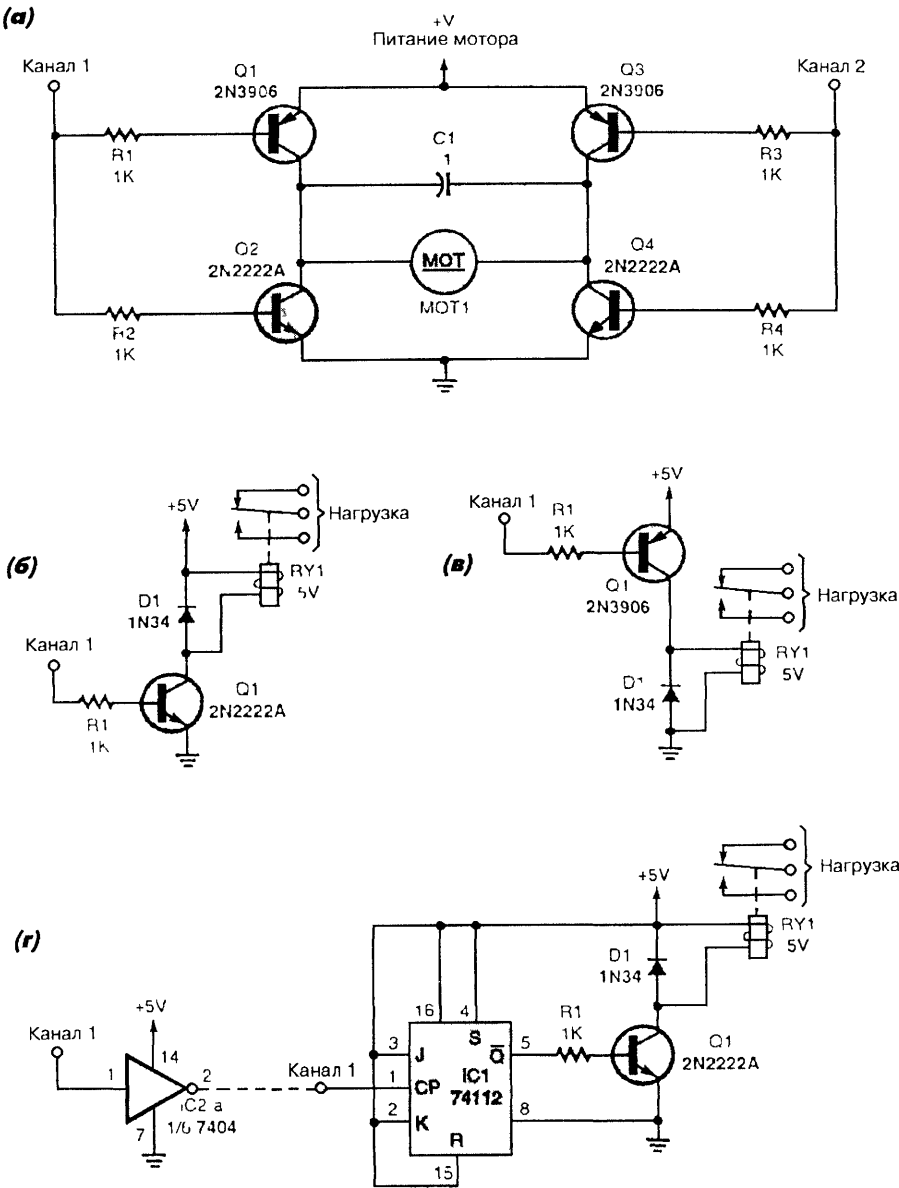
Иногда возникает необходимость в управлении двигателем постоянного тока, кратковременной нагрузкой или включением/выключением нагрузки. Для этого можно использовать схемы, приведенные на рис. 92.1. На рис. 92.1а показана схема управления двигателем постоянного тока, для которой требуется поступление выходных сигналов с двух разных каналов – «Канал 1» и «Канал 2». Следует отметить, что уровень выходного сигнала канала не имеет значения. Для того чтобы двигатель был включен, уровень сигнала на выходе «Канал 1» должен отличаться от уровня сигнала на выходе «Канал 2».

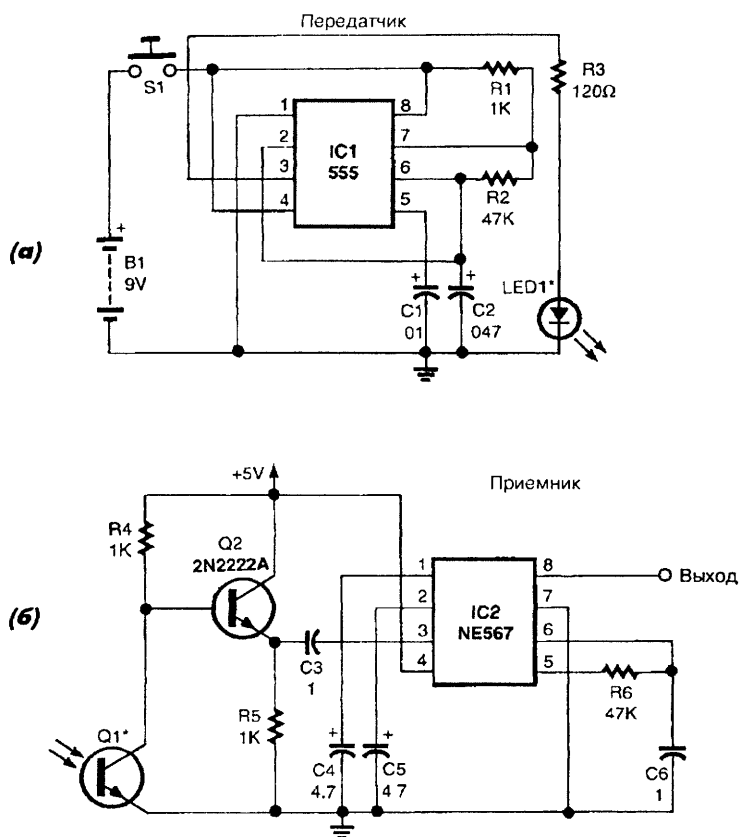
На рис. 92.1б, в представлены схемы управления подключением нагрузки для активного высокого и низкого уровней выходного сигнала канала соответственно.

На рис. 92.1г приведена схема управления включением/выключением нагрузки. Для активного высокого уровня выходного сигнала канала необходимо дополнить схему инвертором (пунктирная линия на рисунке).

ПРОСТАЯ СХЕМА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ

На рис. 92.2 показаны передатчик и приемник дистанционного управления. Принцип работы схемы весьма прост: передатчик (рис. 92.2а) вырабатывает импульсы ИК света частотой 320 Гц, которая определяется резистором R2. Эти импульсы воспринимаются фототранзистором Q1 и усиливаются транзистором Q2 типа 2N2222. Микросхема IC2 типа NE567 с помощью резистора R6 настраивается на частоту 320 Гц таким образом, что если на фототранзистор подаются импульсы другой частоты, то на выходе микросхемы NE567 остается высокий уровень. При поступлении на фототранзистор сигнала частотой 320 Гц микросхема NE567 распознает эту частоту, и на выходе устанавливается низкий уровень. При возникновении необходимости изменения рабочей частоты микросхемы NE567 нужно подобрать другие сопротивления резисторов R2 и R6, но так, чтобы они были равными. Следует, однако, помнить, что диапазон частот, при которых работает микросхема NE567, составляет от 100 Гц до 1 кГц. Для создания многоканальной





Popular Electronics

Рис. 92.2

системы дистанционного управления можно вместо резистора R2 установить несколько резисторов, чтобы было несколько рабочих частот, и вместо микросхемы NE567 поместить несколько микросхем, настроенных на желаемые частоты.

ГЛАВА 93

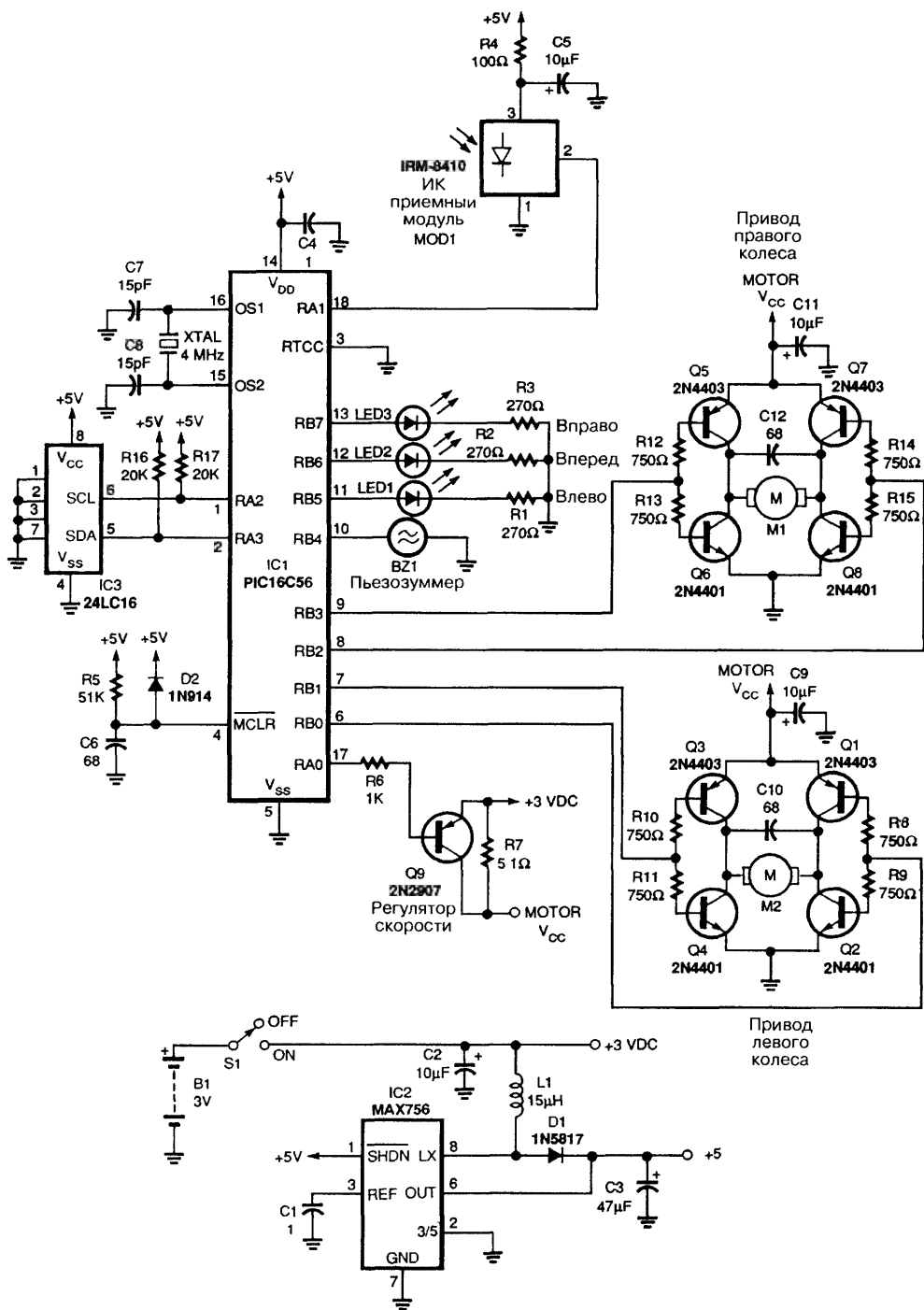
РОБОТОТЕХНИКА

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫЙ РОБОТ

В устройстве используется микроконтроллер, программируемый с помощью ПО, которое можно получить на сайте Gernsback BBS по адресу 516-293-2283, как часть ресурса gunabout.zip. Роботом можно управлять посредством универсального пульта дистанционного управления.

Таблица 93.1. Режимы передвижения

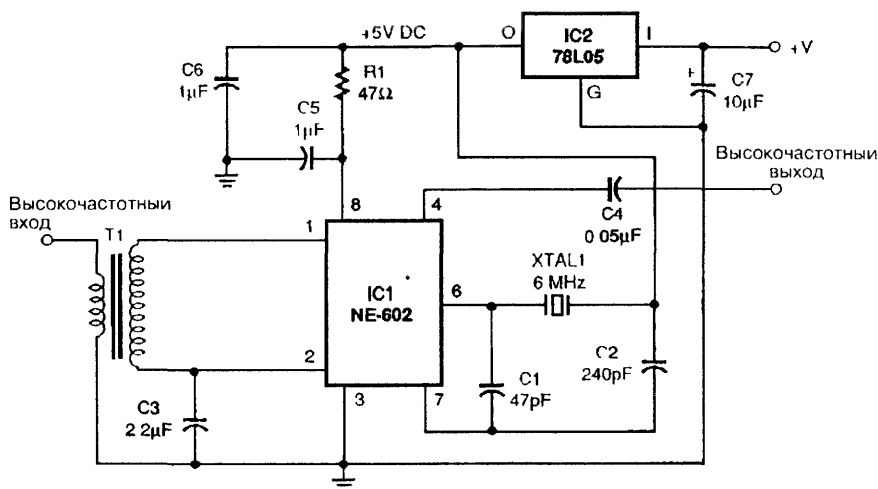
Клавиша универсального пульта дистанционного управления	Действие, выполняемое роботом
Переключение каналов по порядку вверх (Up Channel)	Движение вперед
Переключение каналов по порядку вниз (Down Channel)	Движение назад
Увеличение громкости (Up Volume)	Поворот направо
Уменьшение громкости (Down Volume)	Поворот налево
Клавиша 1	Загорается один светодиод (левый)
Клавиша 2	Загорается один светодиод (средний)
Клавиша 3	Загорается один светодиод (правый)
Клавиша 4	Режим «беспорядочного (неуправляемого) передвижения»
Клавиша 5	Звуковой сигнал (гудок)
Клавиша 6	Двухчастотный (двухтоновый) звуковой сигнал
Клавиша 7	Звуковой сигнал с возрастанием высоты тона
Клавиша 8	Изменение скорости
Клавиша 9	Звуковой сигнал с понижением высоты тона
Клавиша 0	Клавиша переключения регистра (shift) – выбор из памяти от 1 до 6 действий
Клавиша ввода (Enter)	Вход/выход из режима программирования
Клавиша «Вкл» (Power)	Исполнение выбранной программы
Клавиша выключения звука (Mute)	Пауза (только в режиме программирования)



ГЛАВА 94

СХЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАДИОЧАСТОТЫ

ДВ КОНВЕРТЕР



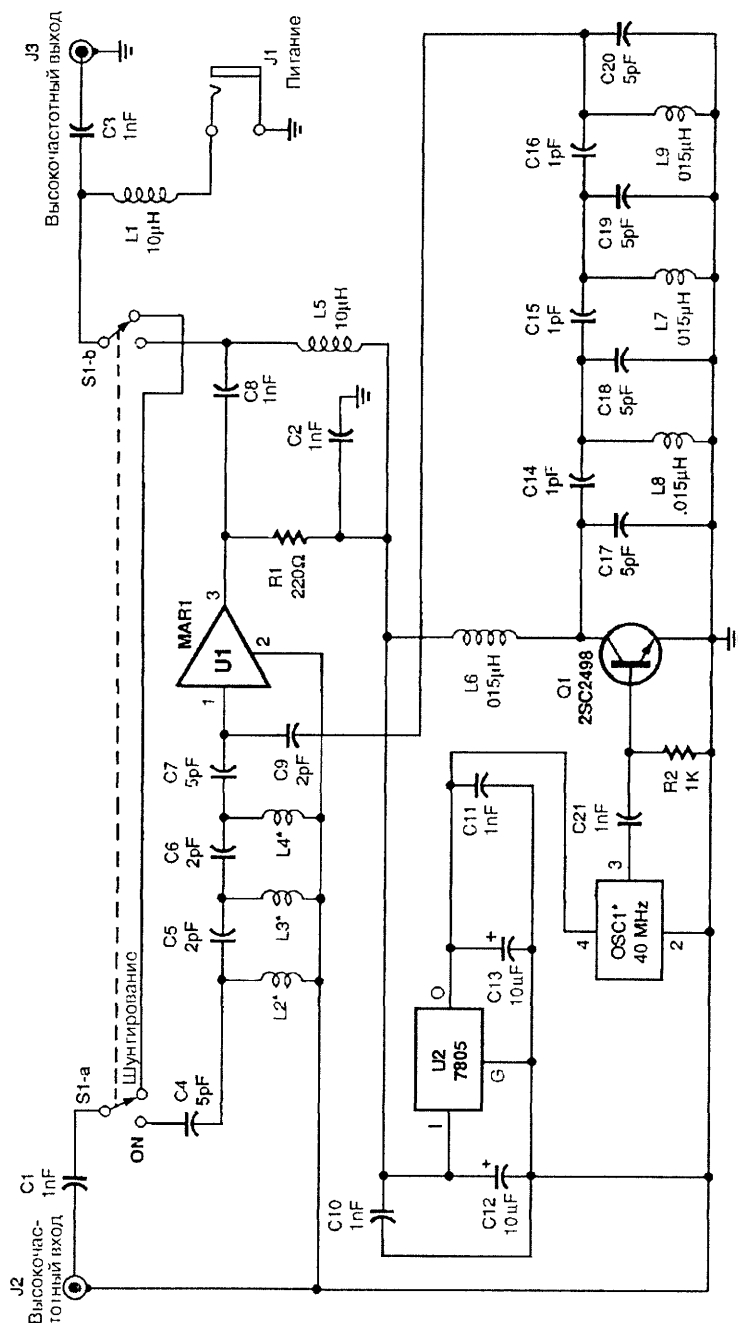
Popular Electronics

Рис. 94.1

Этот очень простой преобразователь позволяет принимать сигналы из полосы частот от 3 до 30 кГц на коротковолновый приемник с радиовещательным диапазоном 49 м (6 МГц). Трансформатор Т1 – разделительный, звуковой частоты с коэффициентом трансформации 1000:8. Такие трансформаторы можно легко купить или найти в выброшенных транзисторных радиоприемниках.

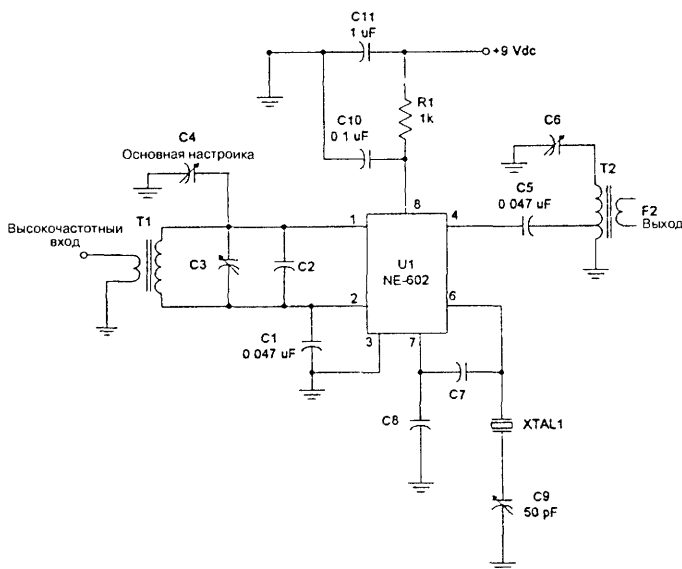
ПРОСТОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ

Схема, показанная на рис. 94.2, может работать от любого источника питания на протяжении от 9 до 12 В постоянного тока, включая щелочные батарейки напряжением 9 В. Переключатель S1 может переводить устройство в один из двух режимов. Первый (bypass) – режим непосредственной передачи сигнала сразу на выход J3. Во втором режиме (ON) происходит преобразование сигнала с антенны с понижением



частоты. Одновременно с помощью переключателя S1-b на устройство подается напряжение питания. Основа преобразователя частоты – генератор на 40 МГц (OSC1). Его питание осуществляется от стабилизатора U2 (7805). Выходной сигнал генератора усиливается транзистором Q1, а затем фильтруется многозвенным полосовым LC-фильтром. После фильтрации на вход U1 поступает десятая гармоника при частоте сигнала 400 МГц. Микросхема U1 представляет собой широкополосный УКВ/МВ усилитель MAR1 фирмы Mini Circuits, на вход которой также поступает сигнал с антенны (J2), отфильтрованный при помощи трехзвенного LC-фильтра высоких частот на элементах C4 – C7 и L2 – L4. Катушки индуктивности фильтра вытравлены на дорожках печатной платы, поэтому для нормального функционирования схемы необходима точная топология платы. Микросхема U1 усиливает смешанные на входе сигналы диапазона 800–950 МГц и гетеродина частотой 400 МГц. На выход J3 пропускается сигнал частотой 400–550 МГц. Такой преобразователь не подходит для применения при слабом сигнале или широком диапазоне сигналов большой интенсивности. Это обусловлено тем, что в схеме не используется высокочастотный каскад, а слабая фильтрация входного сигнала, имеющая место перед тем, как сигнал попадет на смеситель, не устраняет паразитных частот.

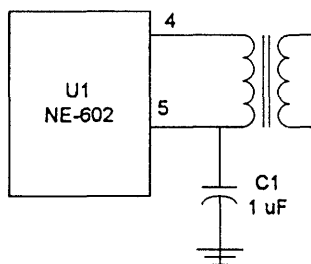
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ НА ИС NE602



В этой схеме в качестве преобразователя частоты может быть использована микросхема двойного балансного смесителя NE602

двойной балансный смеситель и генератор в одном корпусе. Генератор выполнен по схеме трехточки с емкостной связью. Сигнальные входы на выводах 1 и 2 используются в несимметричном режиме, при этом вывод 2 заблокирован конденсатором С4.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НА МИКРОСХЕМЕ NE602



73 Amateur Radio Today

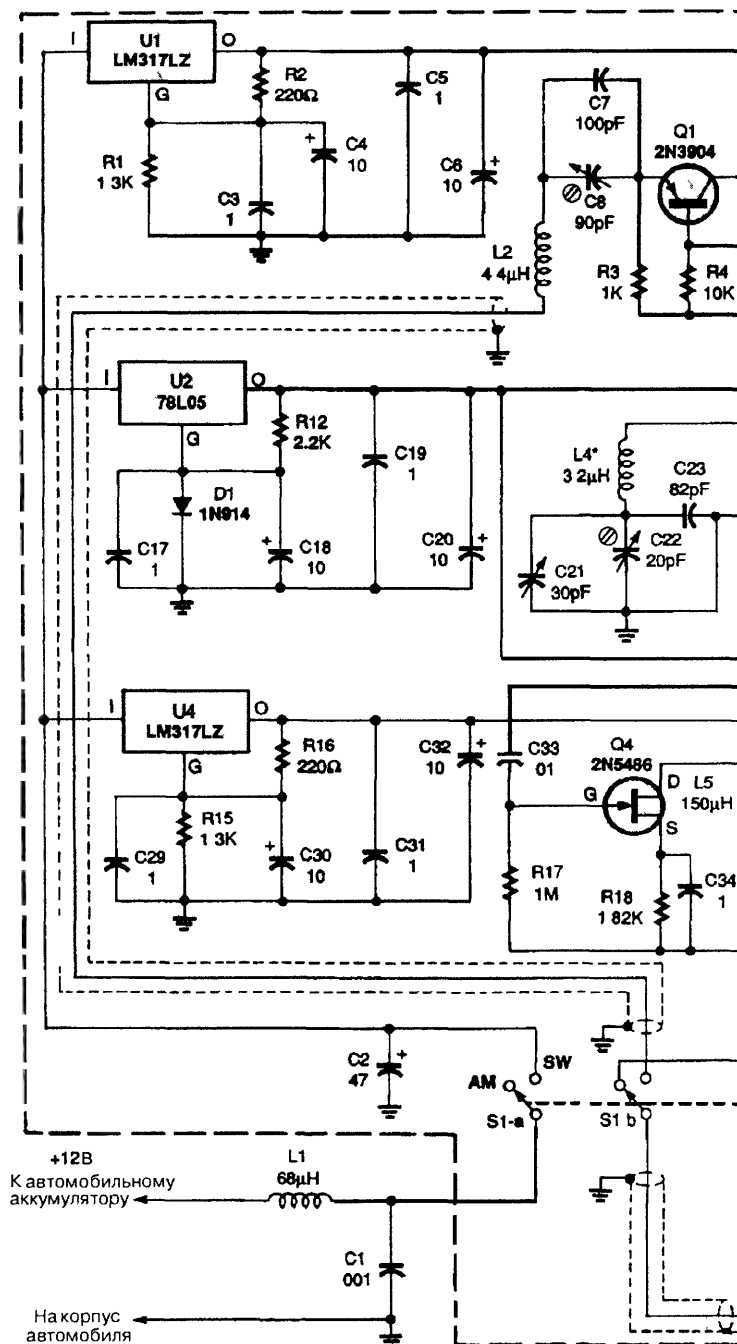
Рис. 94.5

На рисунке показана схема прямого преобразования выходного сигнала на ИС NE602

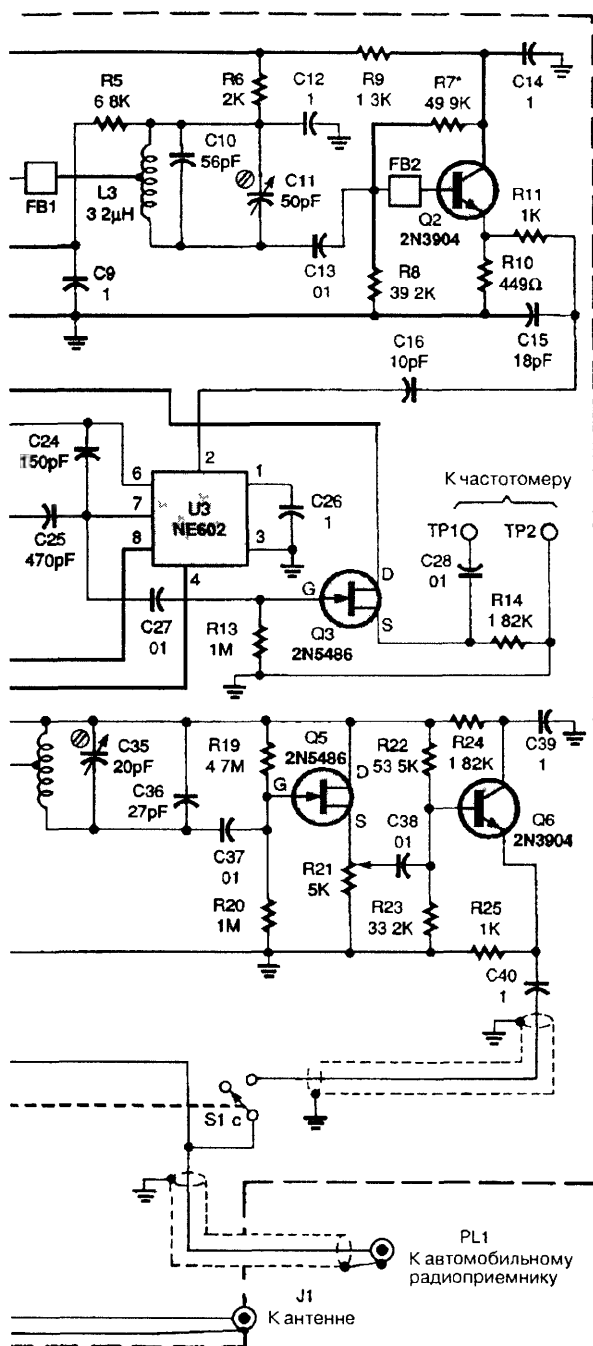
КВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ В ДИАПАЗОНЕ 31 М ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО РАДИОПРИЕМНИКА

Схема может работать в двух режимах, устанавливаемых переключателем S1 или сигнал с антенны сразу поступает на радиоприемник, или предварительно подвергается преобразованию. При включении S1 питание преобразователя поступает от обычного автомобильного аккумулятора на три ИС стабилизаторов (U1, U2, и U4), которые ослабляют помехи и обеспечивают питанием свою секцию схемы

Катушка индуктивности L2 и конденсаторы C7 и C8 представляют собой входной настраиваемый антенный контур этой схемы. Принятый сигнал поступает на вход полосового фильтра, который состоит из катушки L3 и конденсаторов C10 и C11. ИС U3 типа NE602 используется как совмещенный гетеродин и смеситель. Они выполнены по схеме трехточки с емкостной связью (генератор Клаппа) и последовательным колебательным контуром. Такая схема является одной из самых термоустойчивых регулируемых генераторов. Выходной фильтр состоит из катушки индуктивности L5 и конденсаторов C35 и C36. Все фильтры ограничены простой LC-цепочкой с целью максимального упрощения настройки преобразователя. Транзистор Q3 – это буфер для подключения частотомера, который применяется только в процессе регулировки. Преобразователь обладает достаточным усилением для того, чтобы перегрузить вход некоторых радиоприемников. Уменьшения уровня выходного сигнала и предотвращения перегрузки можно достичь с помощью потенциометра R21.

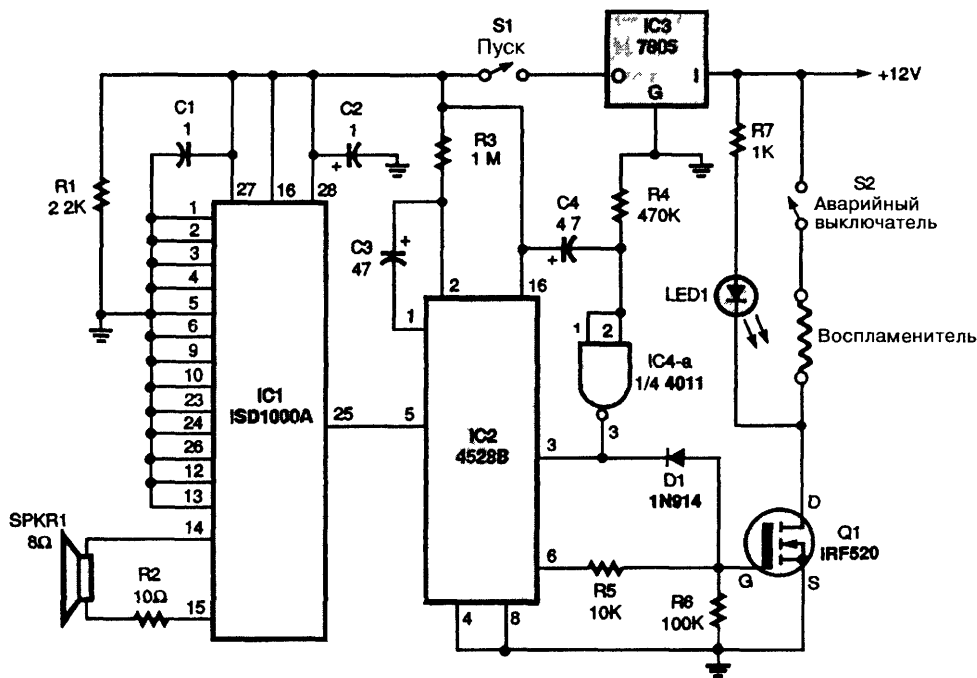


Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)



СХЕМЫ ДЛЯ РАКЕТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

СХЕМА ВОСПЛАМЕНИТЕЛЯ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ РАКЕТЫ



Popular Electronics

Рис. 95.1

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

Микросхема ISD1000A (IC1), содержащая ранее записанное сообщение, соединена с простой воспроизводящей схемой типа «только считывание», которая работает при замыкании кнопки S1 «Пуск» (START) и подаче питания. ИС стабилизатора напряжения 7805 (IC1) используется для снижения входного напряжения (12 В).

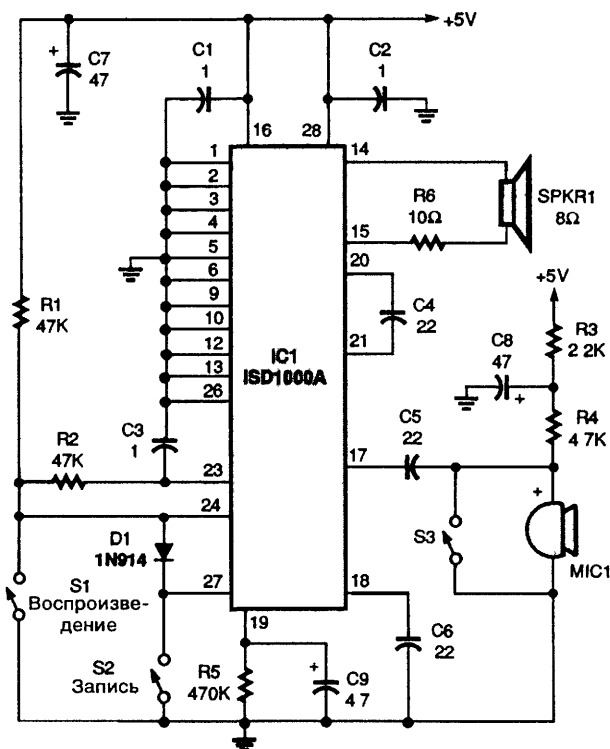
до уровня 5 В. При завершении звукового сообщения микросхема IC1 выдает выходной импульс низкого уровня длительностью 16 мс на вывод 25. Этот импульс поступает на вход 5 ждущего мультивибратора IC2 (типа 4528В). IC с помощью длительного выходного импульса на выходе 6 запускает ракетный двигатель путем подачи питания на воспламенитель транзистором Q1. В данной схеме имеют некоторые особенности, обеспечивающие безопасность системы. Выключатель S2 разрывает цепь воспламенителя при проверке системы. Логический элемент 2И-НЕ (IC4-a) из счетверенной микросхемы 4011 защищает одновибратор IC2 от осечки (перебоя зажигания) и преждевременного запуска ракетного двигателя. При первом нажатии кнопки «Пуск» на входе IC4-a возникает высокий уровень, который остается до тех пор, пока не зарядится конденсатор C4, а его выход (вывод 3) своим низким уровнем не позволяет микросхеме IC2 реагировать на ложные входные импульсы с вывода 5. Это устраняется удержанием транзистора в выключенном состоянии. Оно достигается путем шунтирования на «землю» через диод D1 затвора транзистора Q1, когда выход 3 элемента IC4 а в нуле. Через несколько секунд конденсатор C4 полностью заряжается, и выходной сигнал элемента IC4-a становится положительным, запускает микросхему IC2 и включает транзистор Q1. Входы трех неиспользуемых логических элементов счетверенной микросхемы IC4 (IC4-b – IC4-d, выводы 5, 6, 8, 9, 12 и 13) должны быть соединены с «землей», хотя это и не показано на рисунке.

СХЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКОЙ МОДЕЛИ РАКЕТЫ С ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКОЙ

Эта схема, в которой есть возможность выбора одной из шести установленных временных задержек, состоит из трех генераторов/таймеров 555 (U1 – U3) пары транзисторов (Q1 и Q2), четырех переключателей (S1 – S4) пьезоэлектрического устройства звуковой сигнализации (зуммера BZ1) и нескольких вспомогательных элементов. Питание как для схемы управления, так и для схемы воспламенителя ракетного двигателя обеспечивается источником питания 6 В, состоящим из четырех щелочных батареек типа AA. При замыкании ключа S1 питание подается на схему управления пусковой установки, но последовательность запуска не инициируется. Задержка включения микросхем U1 и U2 после подачи питания производится по входам 4 «Сброс» (RESET) с помощью RC цепочек (R4 – C9 и R8 – C12 соответственно). Когда контакты кнопки S2 замыкаются, отрицательный вывод конденсатора C1 соединяется с «землей» на входе 2 микросхемы U1 (включенной как одновибратор) устанавливается низкий уровень, и микросхема запускается. После запуска на выходе 3 микросхемы U1 устанавливается высокий уровень по прошествии времени, заданного резистором R3 и одним из шести времязадающих конденсаторов (C2 – C8). Выбор времязадающего конденсатора осуществляется переключателем S3 (DELAY SELECTOR – Селектор задержки). Выходной сигнал высокого уровня микросхемы U1 (вывод 3) поступает на транзистор Q2 и на вход «Сброс» микросхемы U3 (вывод 4) и включает ее. Микросхема начинает генерировать колебания со скважностью 75%. В течение того промежутка

времени, пока на выходе микросхемы U1 высокий уровень, а генератор на U3 вырабатывает колебания, пьезозуммер BZ1 выдает звуковой сигнал каждые 4 с. Развязывающий конденсатор C10 разряжается через резистор всякий раз, когда на выходе микросхемы U1 присутствует высокий уровень. По окончании заданного времени задержки на выходе микросхемы U1 устанавливается низкий уровень. Сигнал низкого уровня подается на вход ЗАПУСК (TRIGGER) микросхемы U1 (вывод 2) через конденсатор C10 и диод D1. Цепочка R7, C11 устанавливает интервал между сигналами высокого уровня микросхемы U2 около 3 с. В течение этого интервала сигнал высокого уровня с вывода 3 микросхемы U2 через резистор R9 поступает на составной транзистор Q1 (транзистор Дарлингтона). Когда переключатель S4 находится в положении ПУСК (LAUNCH), один из выводов ракетного воспламенителя соединяется через транзистор Q1 с отрицательной клеммой элемента питания.

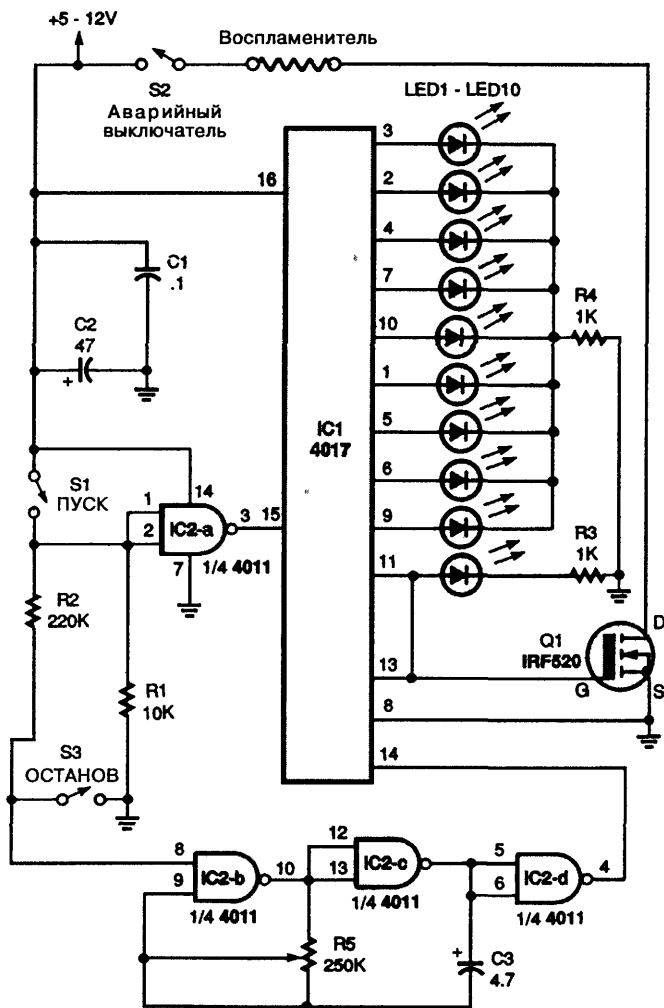
СХЕМА ОБРАТНОГО ОТСЧЕТА ВРЕМЕНИ С ГОЛОСОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ РАКЕТЫ



Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

Эта схема применяется для записи на микросхему ISD1000A голосовой последовательности обратного отсчета. После того как запись будет сделана, схема больше не понадобится. Однако она может быть использована в качестве самостоятельного устройства для записи голоса.

СВЕТОДИОДНАЯ СХЕМА ОБРАТНОГО ОТСЧЕТА ВРЕМЕНИ ДЛЯ ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ РАКЕТЫ

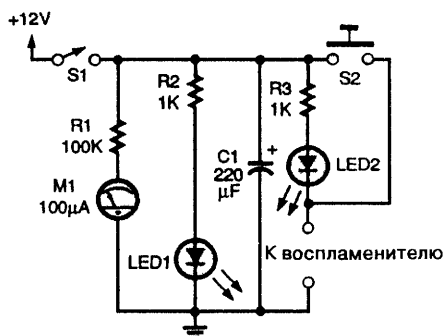


Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

Основными узлами этой схемы являются ИС типа 4011 (четыре логических элемента 2И-НЕ) и 4017 (десятичный счетчик/делитель). Ракетный двигатель запускается с помощью воспламенителя, ток на который подается полевым транзистором Q1 типа IRF520. Сигнал управления на Q1 приходит со счетчика IC1, на вход 14 которого поступает тактовый входной сигнал. Его вырабатывает низкочастотный генератор на двух элементах микросхемы IC2 (IC2-b и IC2-c). Резистор R5 и конденсатор C3 устанавливают частоту генератора. Логический элемент IC2-d является буфером на выходе генератора и инвертирует его выходной сигнал. Другой логический элемент из этой ИС (IC2-a) инициирует процесс обратного отсчета и запускает микросхему IC1 (4017) через вход 15.

Десять светодиодов показывают обратный отсчет. При включении последнего светодиода (LED1) высокий уровень сигнала на выводе 11 открывает транзистор Q1 и активизирует воспламенитель.

СХЕМА ЗАЖИГАНИЯ МОДЕЛИ РАКЕТЫ



Popular Electronics

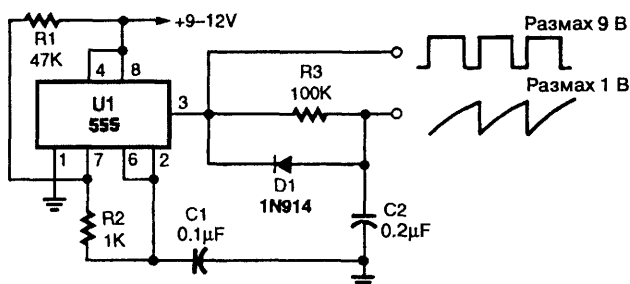
Рис. 95.5

Для такой схемы требуется источник питания напряжением 12 В постоянного тока, в качестве которого может быть использован блок из восьми последовательно соединенных аккумуляторов типоразмера AA. Если амперметр M1 значительно уменьшает свои показания, следует заменить элементы питания. Схема содержит два светодиода: один (LED1) загорается при включении питания схемы, а второй (LED2) показывает, что через воспламенитель проходит ток и ракета готова к запуску. С помощью конденсатора C1 на воспламенителе создается требуемый бросок тока. Нажатием нефиксируемой кнопки S2 ракета запускается. Переключатель S2 лучше сделать красного цвета. Выводы воспламенителя подсоединяются к клеммам с надписью «К воспламенителю» (IGNITER).

ГЛАВА 96

СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРОВ ПИЛООБРАЗНЫХ ИМПУЛЬСОВ

ПРОСТОЙ ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНЫХ ИМПУЛЬСОВ



Popular Electronics

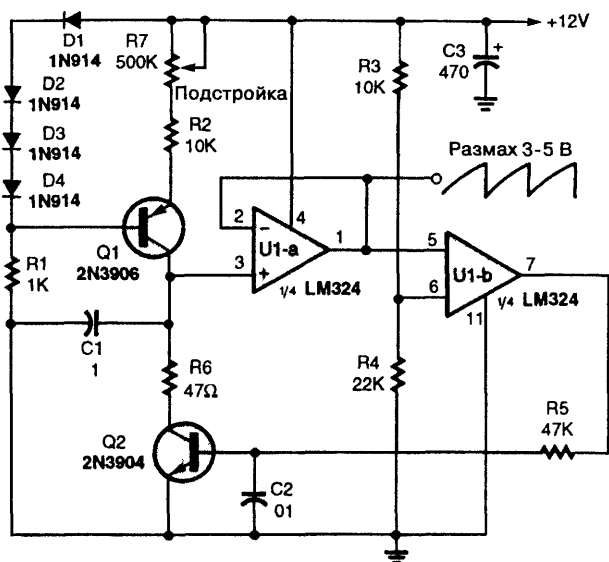
Рис. 96.1

Этот генератор пилообразных импульсов сконструирован на основе микросхемы 555, включенной как мультивибратор.

ГЕНЕРАТОР ЛИНЕЙНЫХ ПИЛООБРАЗНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Транзистор Q1 включен в схему генератора стабильного тока. Значение сопротивления резистора в цепи эмиттера Q1 выбирается в зависимости от величины тока, текущего к заряжаемому конденсатору C1. Один из четырех операционных усилителей ИС типа LM324 (U1-а) включен по схеме повторителя напряжения. Входное сопротивление повторителя очень высокое, поэтому он не нагружает цепь заряда конденсатора.

Выход повторителя подключен ко входу компаратора напряжения на ОУ U1-в. На другой вход компаратора с делителя напряжения подается напряжение около 8 В. Когда на неинвертирующем входе 5 ОУ U1-в напряжение становится выше 8 В, на выходе 7 устанавливается высокий уровень, включается транзистор Q2 и происходит разряд конденсатора C1. Пилообразные импульсы генерируются до



Popular Electronics

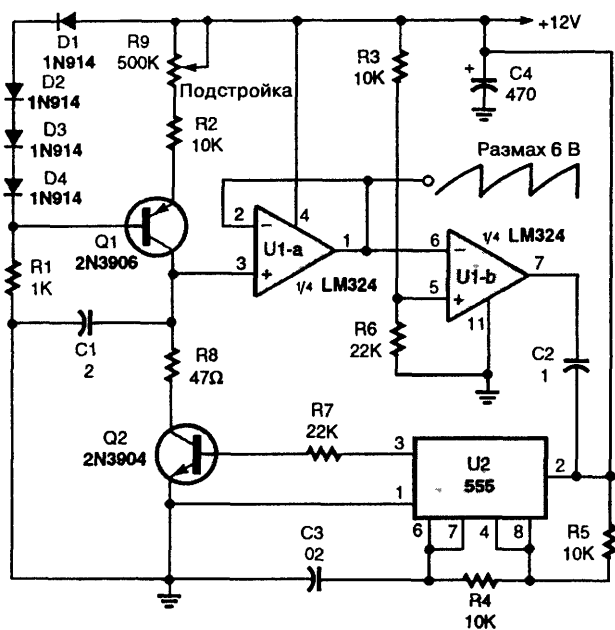
Рис. 96.2

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

тех пор, пока в схему поступает питание, частота импульсов определяется величиной емкости конденсатора $C1$ и током его заряда. Для увеличения частоты генератора следует уменьшить емкость конденсатора $C1$, а для понижения частоты – увеличить ее. С увеличением тока растет и частота импульсов и наоборот. Амплитуда пилообразных импульсов на выходе схемы составляет примерно 3–5 В.

СХЕМА ГЕНЕРАТОРА ЛИНЕАРИЗОВАННЫХ ПИЛООБРАЗНЫХ ИМПУЛЬСОВ

В данной схеме транзистор $Q1$ является источником стабильного тока, величиной которого можно управлять с помощью потенциометра $R9$. Напряжение на конденсаторе $C1$ изменяется линейно, и при достижении на выходе повторителя $U1$ -а порогового значения, установленного резисторами $R3$ и $R6$, компаратор $U1$ -в изменяет свое состояние и запускает импульсный генератор $U2$. Транзистор $Q2$ открывается и разряжает конденсатор $C1$ через резистор $R8$. Далее цикл повторяется. Период колебаний приблизительно равен $8C1 / I1$, где $I1$ – ток коллектора транзистора $Q1$, который определяется величиной резисторов $R2$ и $R9$ и смещением на его базе.



Popular Electronics

Рис. 96.3

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

ГЛАВА 97

СХЕМЫ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАДИОМАЯКОВ

УСИЛИТЕЛЬ ГЕОФОНА

Такой усилитель геофона и буферный каскад (рис 97 1) использовались в качестве одного из компонентов любительского радиомаяка, наблюдающего за сейсмической активностью на территории США, где существует опасность землетрясений

ЗВУКОВОЙ ГУН И БУФЕР

Звуковой ГУН (генератор, управляемый напряжением) и буферный каскад подключены к усилителю геофона и выдают тоновый (звуковой) сигнал, модулируемый сейсмической активностью, которая вызвана изменением геофона (рис 97 2)

Пороговая схема

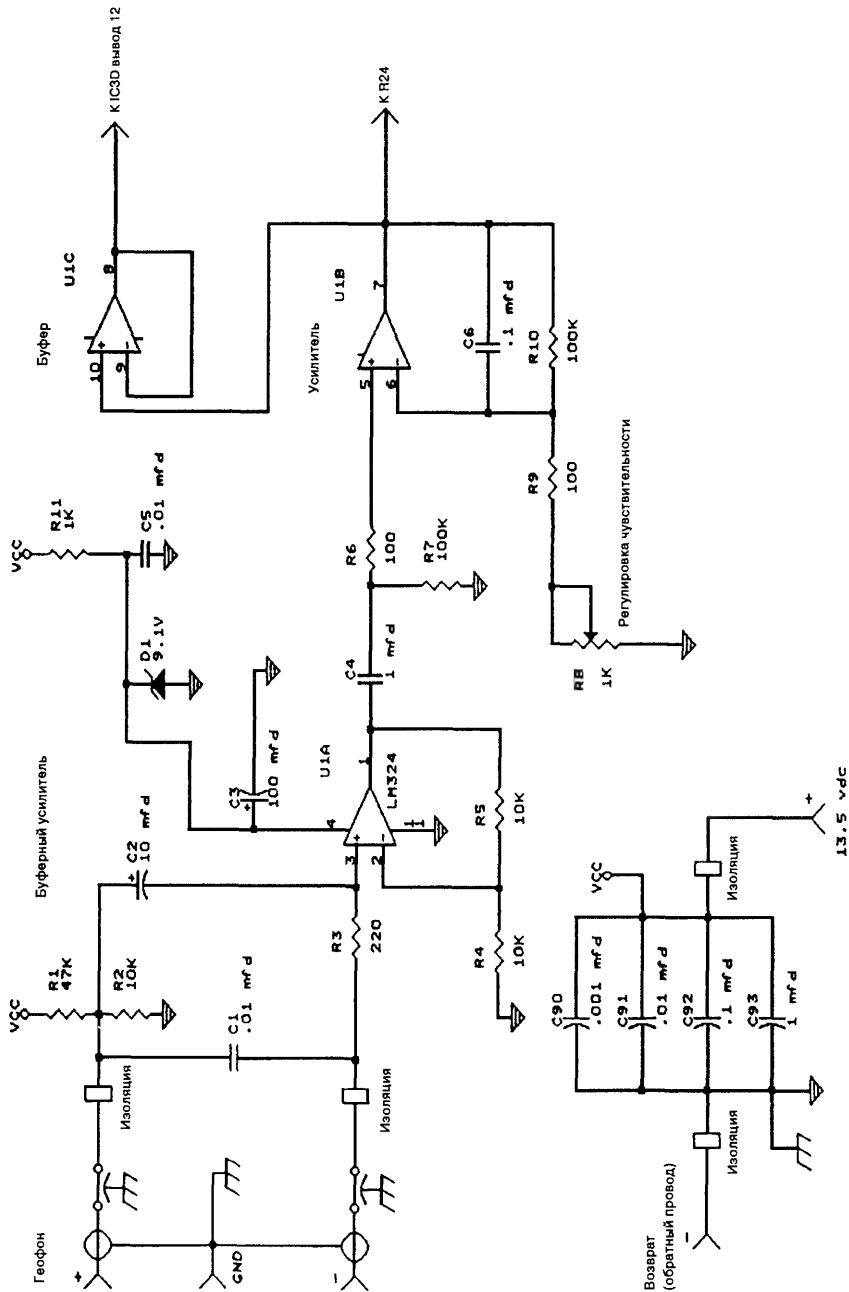
С усилителя геофона сигнал поступает на пороговую схему (рис 97 3), которая срабатывает при заданном повышении сейсмической активности, вызванной изменением геофона. Величину порога можно регулировать

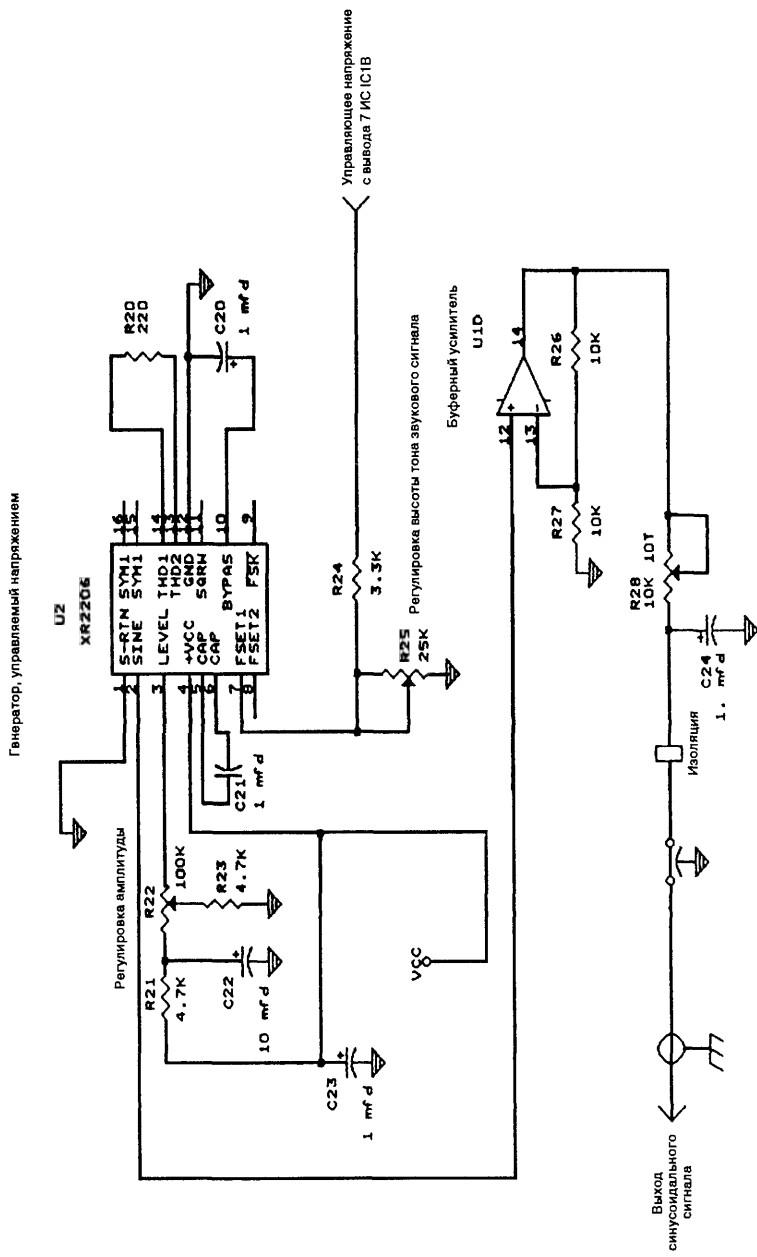
ТАЙМЕР И ПЕРЕКЛЮЧАЮЩАЯ СХЕМА

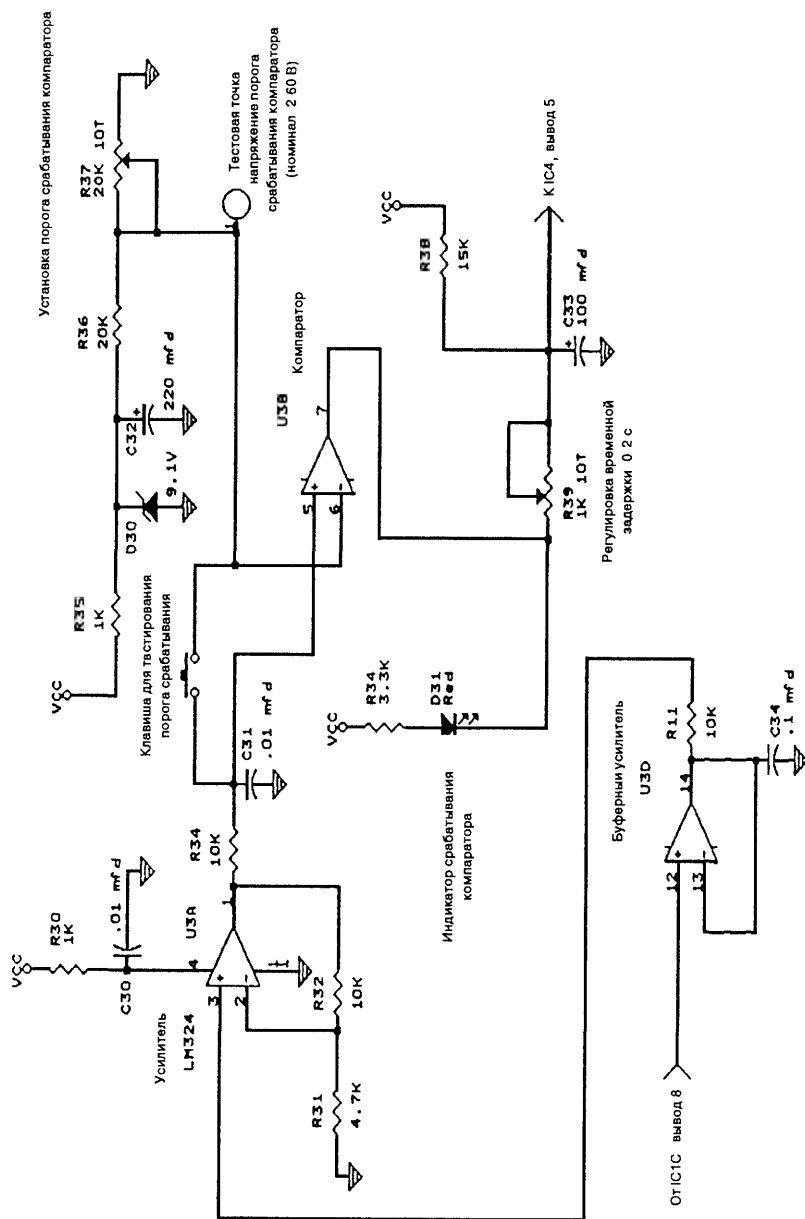
Времязадающая схема (рис 97 4) подключена к пороговой схеме, которая срабатывает при заданном повышении сейсмической активности, вызванном изменением геофона. Временной интервал изменяется и управляет генератором пилотного тона (несущей) 123 МГц, сигнал с которого поступает на передатчик

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ

Приведенный на схеме (рис 97 5) высокочастотный усилитель мощности работает на частоте 432 МГц и используется как усилитель для небольшого передатчика в любительском радиомаяке, который применяется при наблюдениях за сейсмической активностью



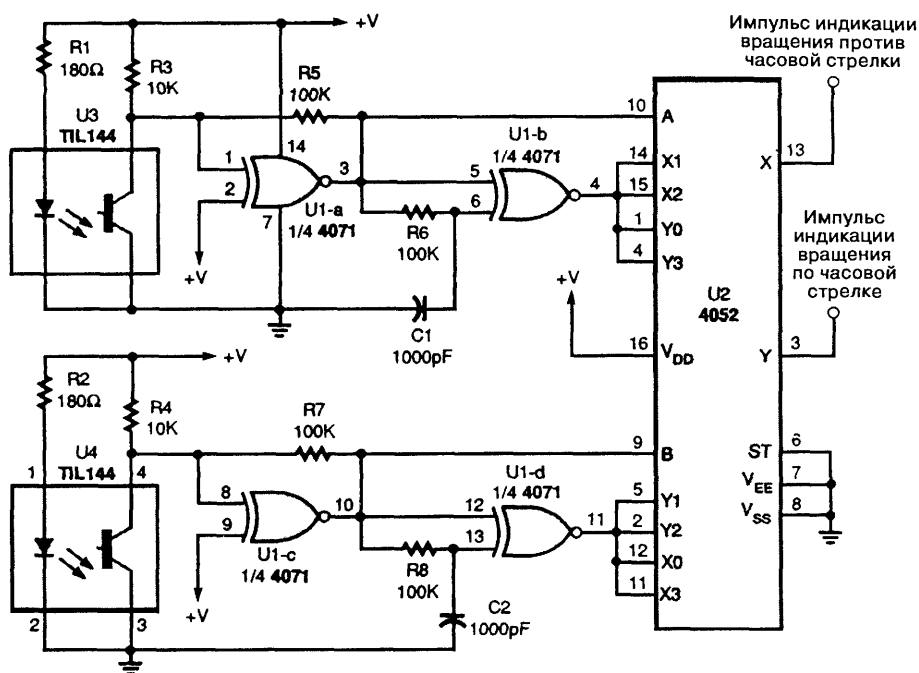




ГЛАВА 98

СХЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ

СХЕМА ГЕНЕРАЦИИ ИМПУЛЬСОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ



Popular Electronics

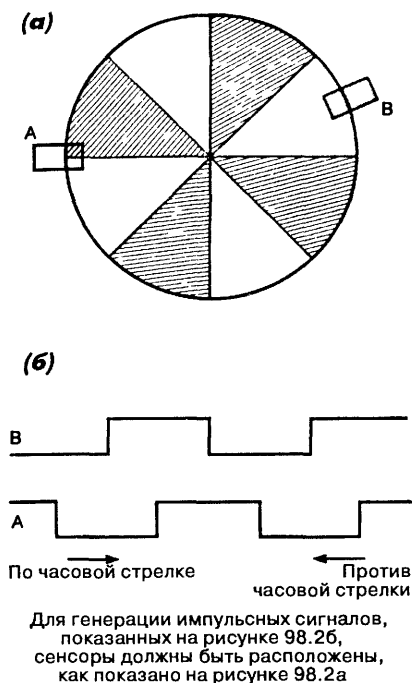
Рис. 98.1

Схема преобразователя вырабатывает выходные импульсы при перемещении кодировочного диска. При каждом изменении состояния фотодатчика из-за чередования темных и светлых участков секций или пар линий на диске образуется один или четыре импульса. При очередном переходе логические элементы U1-b и U1-c (Исключающее ИЛИ) формируют импульс, а микросхема U2 (сдвоенный

четыреканальный селектор данных) декодирует эти импульсы в логические уровни выходов. Количество секций или линий, которые могут быть помещены на диск, определяется диаметром диска и шириной секций. Например, если ширина секции приблизительно равна 0,125 дюйма, то на диск диаметром 2 дюйма можно поместить 25 пар секций, и с каждым оборотом диска будет формироваться 100 импульсов. Единственный ограничивающий фактор заключается в том, что секции должны быть шире, чем входное отверстие (апертура) фотосенсора в той точке, перед которой они проходят. Центрирование (юстировка) фотосенсорного блока не является критичным. Особое внимание следует обратить на то, что один сенсор должен располагаться над светлым (освещенным) участком, пока другой сенсор находится на границе между светлым и темным участками. Два элемента микросхемы U1 (U1-a и U1-c) используются в качестве буфера и формирователя сигналов на выходе сенсора, а элементы U1-b и U1-d формируют импульсы при каждом изменении выходного сигнала сенсора (при вращении диска). Резисторы сопротивлением 100 кОм между выходом и входом элементов U1-a и U1-c обеспечивают положительную обратную связь (для уменьшения времени фронта и времени спада) и гистерезис (для устранения шума в промежутках между переходами). Импульсы, формируемые элементами U1-b и U1-d во время переходов уровня, появляются в результате задержки, определяемой RC-цепочками, расположенными на входе каждого логического элемента. Например, для элемента U1-b характерно мгновенное реагирование на сигнал с вывода 5 (переход от темного участка к освещенному) и более медленное – на сигнал с вывода 6. При использовании компонентов с номиналами, показанными на рисунке, разница между двумя входными сигналами после каждого перехода составляет около 100 мкс. Пока входные сигналы различаются, выходной сигнал имеет низкий уровень. Следовательно, элементы U1-b и U1-d формируют отрицательный импульс при каждом переходе сенсоров U3 и U4 соответственно. Состояния этих сенсоров определяют для того, чтобы выяснить, будет ли импульс послан для индикации вращения диска против часовой стрелки, то есть на X выход селектора данных (микросхема U2, вывод 13), или по часовой стрелке, то есть на Y выход (вывод 3).

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ

Электрооптический преобразователь углового положения представляет собой сочетание кодировочного диска, фотосенсоров и счетчиков. Кодировочный диск и фотосенсоры формируют серию импульсов, которая считывается для определения скорости. Направление вращения диска распознается и используется для установки направления счета (например, счет осуществляется по возрастанию при вращении против часовой стрелки и по убыванию при вращении по часовой стрелке). Параметры не обязательно должны быть точными; диск может быть сделан из светлого пластика с темными секциями или линиями, нанесенными на него. От числа линий на диске зависит число импульсов, генерируемых за один

**Рис. 98.2**

Popular Electronics

оборот. При использовании двух фотосенсоров генерируются два сигнала со сдвигом на 90° , исходя из чего определяется направление вращения. Следует обратить внимание, что на простом кодировочном диске (рис. 98 2а) чередуются прозрачные и темные секции. Пара электрооптических фотосенсоров располагается таким образом, что один из них находится над центром секции, а другой располагается на границе между светлым и темным участками. При вращении диска каждый фотосенсор будет попеременно освещаться и затемняться, что приведет к формированию выходных сигналов, изображенных на рис. 98 2б. Вращение по часовой стрелке определяется при наличии следующих условий. положительному переходу (от темной секции к светлой секции) сенсора В, в то время как, выходной сигнал сенсора А низкого уровня (сенсор находится над темным участком), затем следует положительный переход на сенсоре А, на выходе сенсора В – высокий уровень

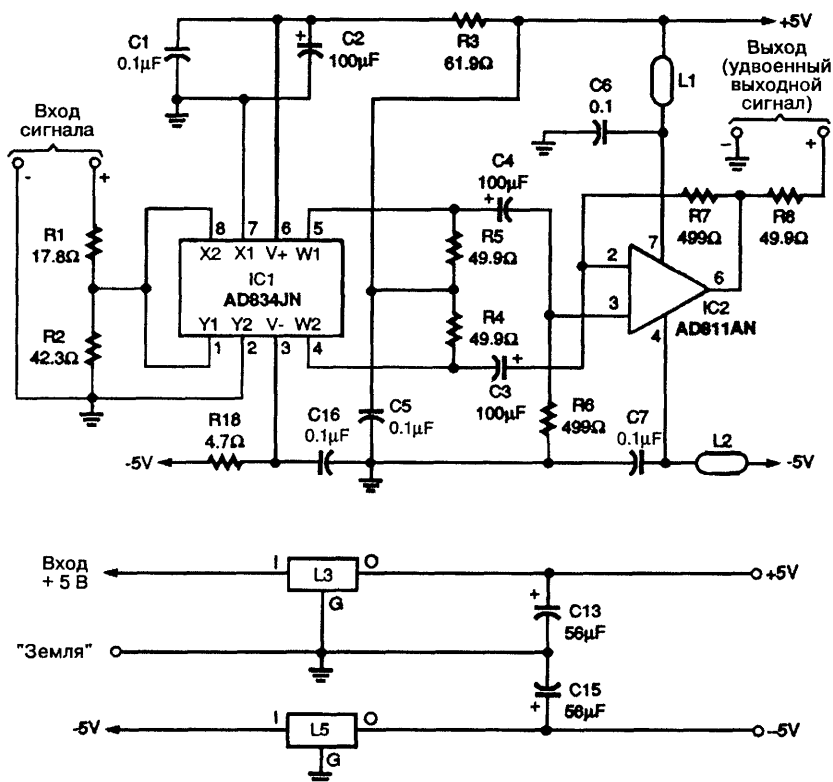
(сенсор находится над светлой секцией), затем отрицательный переход на сенсоре В (от темного участка к светлому), на выходе сенсора А высокий уровень, и т.д. Сигнал о вращении против часовой стрелки выдается при положительном переходе сенсора В, на выходе сенсора А – высокий уровень, затем отрицательный переход сенсора А при высоком уровне на выходе сенсора В и т.д.

ГЛАВА 99

СХЕМЫ ГЕНЕРАТОРОВ

СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

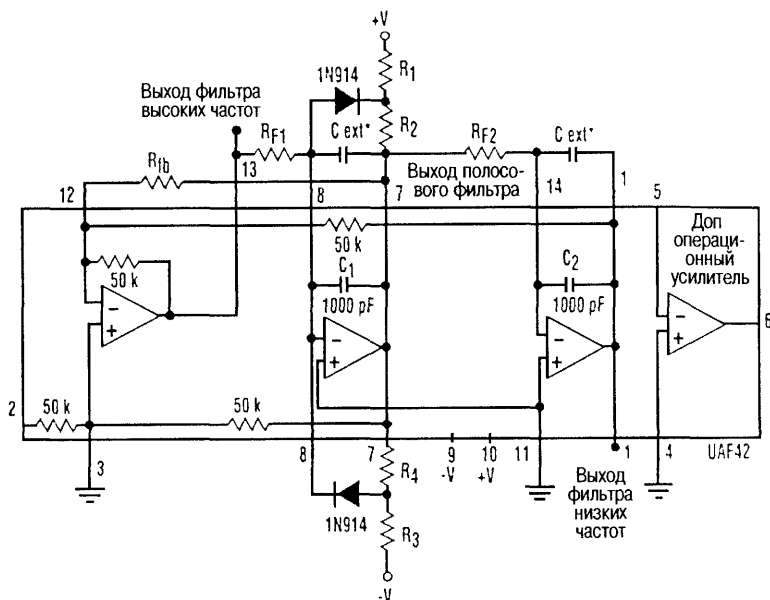
УДВОИТЕЛЬ ЧАСТОТЫ СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ



Для удвоения частоты синусоидального входного сигнала в приведенной схеме используется четырехквadrанный перемножитель фирмы Analog Devices. При поступлении на входы умножителя X и Y сигналов синусоидальной формы осуществляется умножение этого сигнала на самого себя (в результате чего появляется

сигнал, возведенный в квадрат). Выходной сигнал равен разности постоянной составляющей и косинусоидальной составляющей с удвоенной частотой и половинной амплитудой, то есть $\sin^2 x = (1 - \cos 2x) / 2$. Ширина полосы на уровне -3 дБ составляет 30 МГц.

ТРЕХФАЗНЫЙ ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ С ОДНИМ ФИЛЬТРОМ



Electronic Design

Рис. 99.2

Примечание. Выходной сигнал $\Phi ВЧ = A \times \sin(\cot)$; выходной сигнал полосового фильтра $= A \times \sin(\cos + 180^\circ)$. C_{EXT} — необязательно.

Используя всего одну микросхему фильтра с изменяемой полосой пропускания типа UAF42 вместе с несколькими резисторами и диодами, можно сконструировать трехфазный генератор синусоидальных колебаний. В такой схеме имеются выходы фильтра высоких частот, полосового фильтра и фильтра низких частот. Сигналы на выходе полосового фильтра и фильтра низких частот не совпадают по фазе на 90° и 180° соответственно с выходным сигналом высокочастотного фильтра. Присутствующий в UAF42 дополнительный операционный усилитель может использоваться в качестве буферного каскада или каскада усиления. Частоту колебаний, устанавливаемую резисторами R_{F1} и R_{F2} , можно рассчитать по простой формуле

$$f_{OSC} = 1/2\pi RC, \quad (1)$$

где $R = R_{F1} = R_{F2}$, а $C = C_1 = C_2 = 1000$ пФ.

Максимальная частота колебаний (f_{OSC}), которая достигается при использовании микросхемы типа UAF42, равна 100 кГц. Однако коэффициент нелинейных искажений становится значимым при частотах выше 10 кГц. Сопротивления резисторов $R_1 - R_4$ следует выбирать с помощью следующего уравнения для заданной желаемой амплитуды сигнала:

$$R_1 / R_2 = R_3 / R_4 = [(V_0 + V_{\text{CC}}) / (V_0 - 0,15)] - 1 \quad (2)$$

Резистор R_{FB} обеспечивает положительную обратную связь (ПОС) от выхода полосового фильтра до суммирующего усилителя. Благодаря ей обеспечивается «пусковой сигнал», необходимый для того, чтобы начался процесс генерирования колебаний. Далее приведены рекомендуемые величины сопротивления этого резистора:

- если $f_{\text{OSC}} \pm 1$ кГц, то $R_{\text{FB}} = 10$ МОм,
- если $10 \text{ кГц} \leq f_{\text{OSC}} < 1$ МГц, то $R_{\text{FB}} = 5$ МОм;
- если $f_{\text{OSC}} < 10$ Гц, то $R_{\text{FB}} = 750$ кОм.

Для того чтобы сконструировать генератор с частотой 1 кГц и размахом сигнала 1,2 В, следует использовать уравнение (1) для расчета сопротивлений резисторов R_{F1} и R_{F2} :

$$R_{\text{F1}} = R_{\text{F2}} = 1 / (2\pi \times 1 \text{ кГц} \times 10^{-9}) = 159,2 \text{ кОм.}$$

Применяя уравнение (2) для определения значения отношения сопротивлений резисторов, задающих амплитуду сигнала, получаем

$$R_1 / R_2 = R_3 / R_4 = [(V_0 + V_{\text{CC}}) / (V_0 - 0,15)] - 1.$$

Так как $V_{\text{CC}} = 15$ В, следовательно

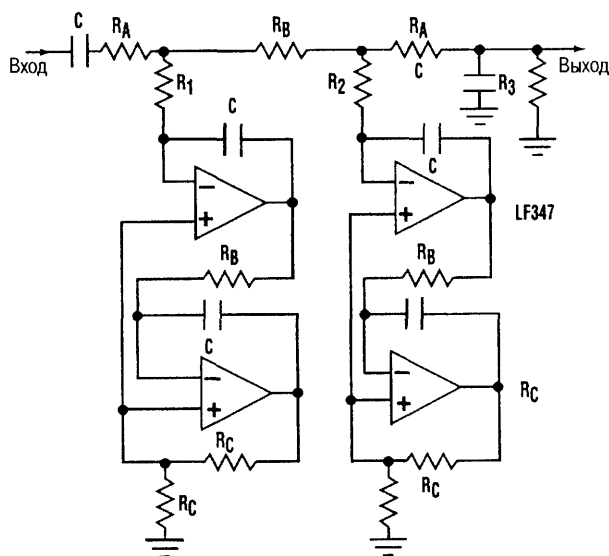
$$R_1 / R_2 = R_3 / R_4 = 15,4.$$

Для обеспечения правильного отношения сопротивлений резисторов следует выбрать R_1 и R_3 равными 15,4 кОм, а R_2 и R_4 – 1 кОм. Эти резисторы являются нагрузками внутреннего ОУ.

ГЕНЕРАТОР УСТОЙЧИВЫХ СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

С помощью кварцевых генераторов и делителей можно генерировать колебания прямоугольной формы с очень стабильной амплитудой и частотой. Удаление нечетных гармоник является вполне приемлемой задачей для фильтра. Кажущееся очевидным решение этой задачи посредством узкополосного фильтра (то есть фильтра с узкой полосой пропускания) тем не менее неприемлемо из-за плохой стабильности аналоговых схем. С этой точки зрения цифровые схемы и схемы ФАПЧ лучше, но при их использовании добавляются собственные шумы

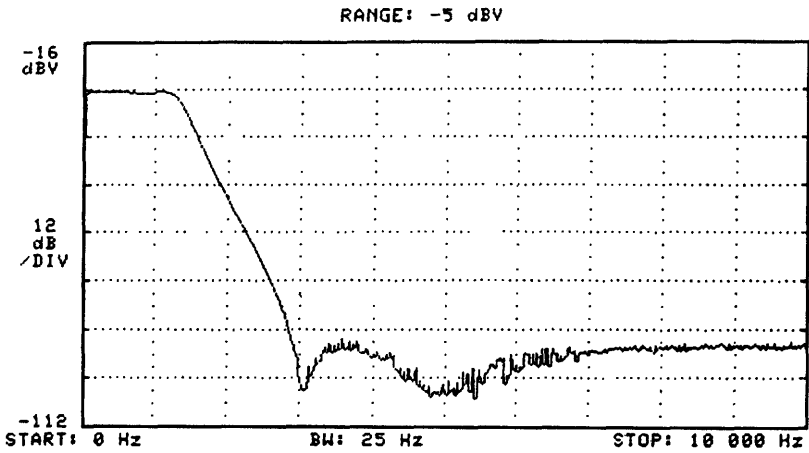
и гармоник. Задача может быть решена при помощи фильтра, изображенного на рисунке. Если убрать сопротивления R_1 и R_2 , получится активная модификация пятиполюсного пассивного индуктивно-емкостного многозвенного фильтра низких частот. У такой схемы отличная амплитудная стабильность в полосе пропускания, крутизна 30 дБ/октаву вне полосы пропускания, низкая чувствительность к разбросу компонентов, а конденсатор на выходе, соединенный с «землей», минимизирует наведение шумов (помех) и обеспечивает непрерывный срез АЧХ в области высоких частот. Ослабление будет недостаточным на третьей и пятой гармониках, но при помощи всего двух резисторов, R_1 и R_2 , на этих частотах можно создать провалы АЧХ, что сделает данный прибор похожим на эллиптический фильтр (фильтр Кауэра).



Electronic Design

Рис. 99.3 (а)

Примечание. Номиналы элементов, используемых в схеме, которые необходимы для генерации сигнала частотой 1 кГц: $C - 0,01$ мкФ, 1% (допускается большее отклонение, если сопротивления R_1 и R_2 подобраны точно); $R_A - 10$ кОм, 1%; $R_B - 20$ кОм, 1%; $R_C - 20$ кОм номинальное, требуется точное значение; $R_1 - 1,407$ кОм расчетное, 1,40 кОм, 1% используемое; $R_2 - 506,6$ Ом расчетное, 511 Ом, 1% используемое; $R_3 - 100$ кОм номинальное; для сигнала смещения постоянного тока



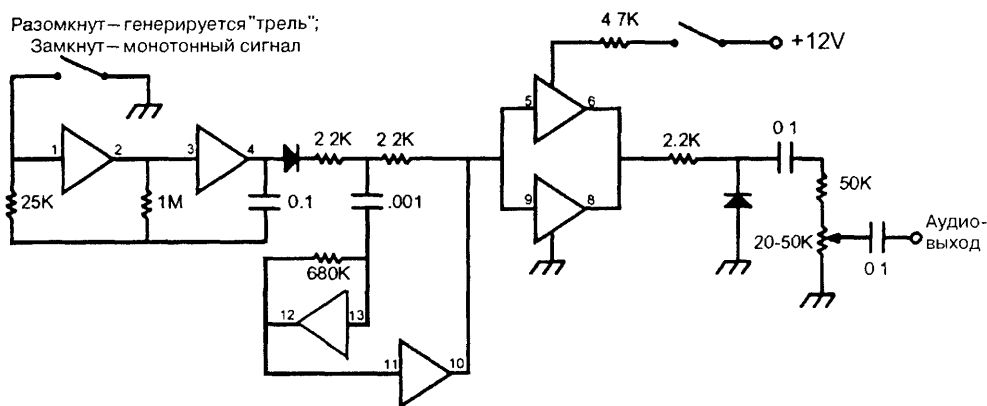
ГЛАВА 100

СХЕМЫ СИРЕН

И ДРУГИХ ГЕНЕРАТОРОВ

ЗВУКОВЫХ ЭФФЕКТОВ

ГЕНЕРАТОР «ТРЕЛЕЙ»



73 Amateur Radio Today

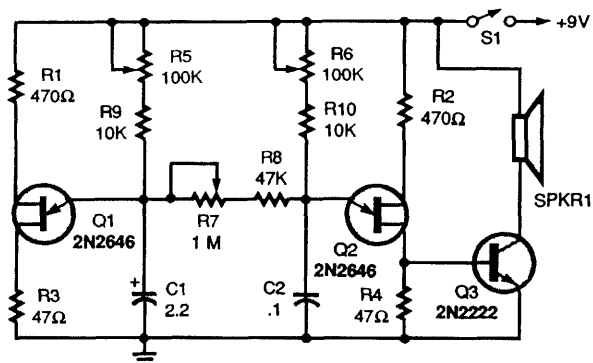
Рис. 100.1

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ). Все диоды типа 1N914, ИС типа 4069. Для генератора на диоде Ганна типа SOFLAN аудиовыход соединить с выводом источника ADJ модулируемого питания на LM317.

Такой генератор «трелей», обычно используемый для тестирования УКВ передатчиков, формирует тоновый сигнал, переключающийся между двумя частотами.

ГЕНЕРАТОР «ВОЮЩЕГО» ШУМА

Два однопереходных транзистора (двухбазовых диода) Q1 и Q2 включены в схему двояного генератора. Транзистор Q1 и времязадающая цепь из конденсатора C1 и резисторов R1, R5, R9 образуют схему низкочастотного релаксационного генератора. Транзистор Q2 включен в схему подобного генератора, работающего в диапазоне более высоких звуковых частот, которые устанавливаются резисторами R6,



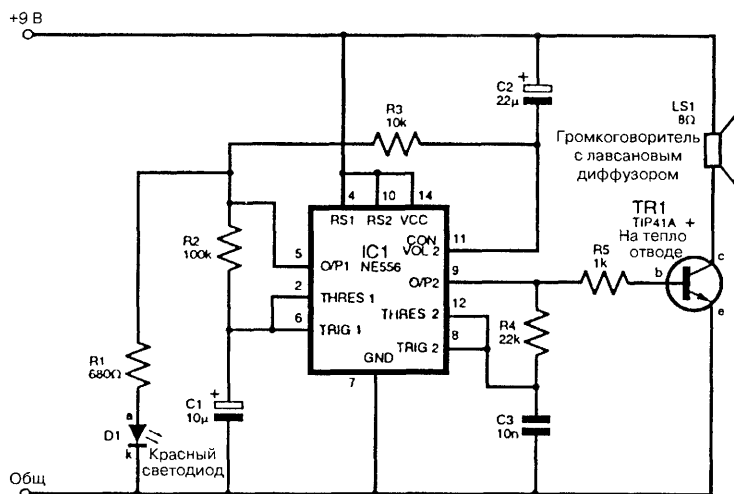
Popular Electronics

Рис. 100.2

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

R10 и конденсатором C2. С помощью потенциометра R7 сопротивлением 1 МОм задается уровень смешивания двух частот. Регулируя потенциометры R5, R6 и R7, можно получить множество необычных звуков

СИРЕНА



Everyday Practical Electronics

Рис. 100.3

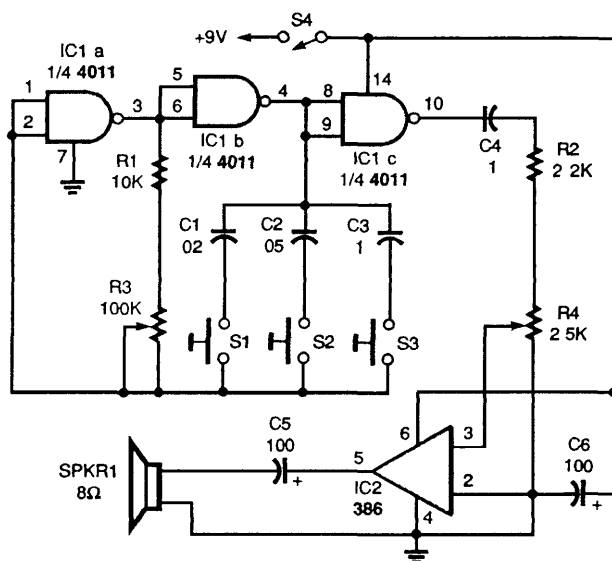
На рисунке показана схема сирены, которую можно использовать в различных устройствах. Она основана на микросхеме двоянного таймера типа 556 (IC1).

Тоновый сигнал звуковой частоты создается одним из таймеров и поступает непосредственно на усиливающий мощность транзистор TR1. Другой таймер применяется для модулирования частоты (понижения, перехода из одной тональности в другую) звукового тона, используя вывод 11 (CON VOL 2 – Управляющее напряжение). Если из этой схемы убрать конденсатор C2, получится генератор двухтонового сигнала тревоги. Однако при включении конденсатора C2, как показано на рисунке, схема издает «воющий» звук. Конденсатор C2 влияет на скорость изменения тона, а светодиод D1 вспыхивает для дополнительного эффекта. В качестве громкоговорителя LS1 можно использовать водонепроницаемый с лавсановым диффузором громкоговоритель сопротивлением 8 Ом, регулируя его громкость изменением сопротивления резистора R5. Такая схема работает при напряжении питания 9 В.

ГЛАВА 101

СХЕМЫ ЭФФЕКТНЫХ ЗВУКОВ

ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРОМБОН



Popular Electronics

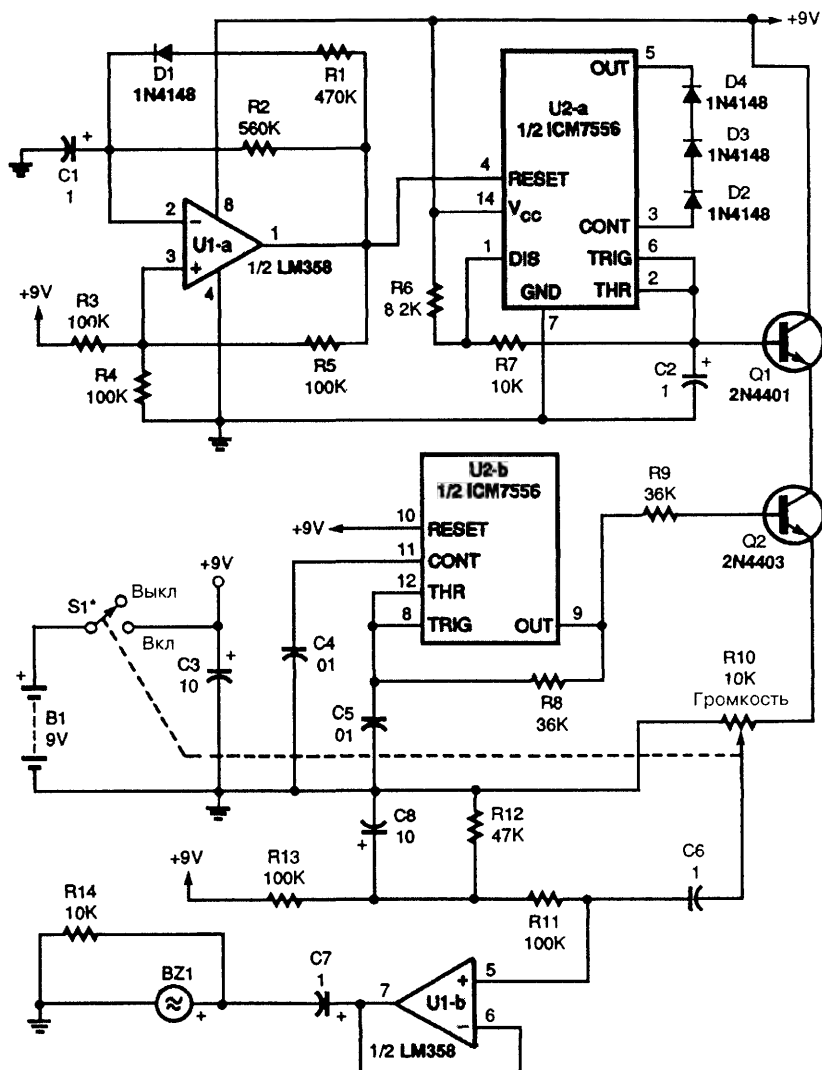
Рис. 101.1

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

Основой схемы является потенциометр со скользящим контактом R3. Схема простого генератора звуковой частоты на двух логических элементах 2И-НЕ (IC1-a и IC1-b) из счетверенной микросхемы типа 4011. Частота генератора устанавливается при помощи резисторов R1 и R3 и конденсаторов C1, C2 и C3. В качестве буфера на выходе генератора используется элемент IC1 c, который, кроме того, подает управляющий сигнал на усилитель мощности, микросхему IC2. Уровень выходного сигнала электронного тромбона регулируется потенциометром R4. К движку потенциометра R3 следует прикрепить рукоятку, сделанную из пластика или дерева. Готовая схема, помещенная в пластмассовый корпус с тремя кнопочными переключателями S1 – S3, закрепляется в положении, удобном для игры.

Чтобы играть на этом инструменте, нужно просто нажать один или несколько переключателей регулировки тона S1 – S3 и перемещать ручку движка потенциометра

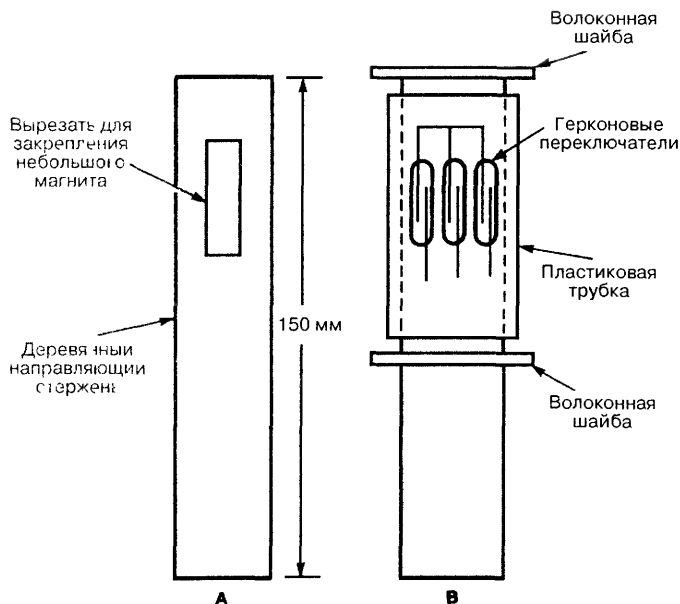
ИМИТАТОР ТРЕЛИ СВЕРЧКА

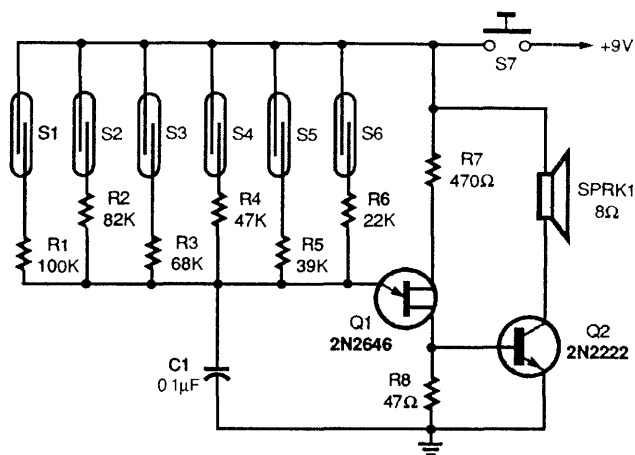


Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

Питание в схему поступает от батарейки В1 напряжением 9 В при токе потребления не больше 2 мА, следовательно, обычная щелочная батарейка должна работать минимум 250 ч. Выключатель питания S1 совмещен с потенциометром R10, который используется в качестве регулятора громкости. Время цикла формируется импульсным генератором на операционном усилителе U1-а. Дiode D1 устанавливает большую скорость заряда конденсатора C1, чтобы генерировать сигнал с периодом 0,22 с, который совпадает по продолжительности с семитактовой трелью сверчка. Скорость разряда C1 устанавливается резистором R2 так, чтобы время спада составляло 0,35 с. Одна половина микросхемы КМОП таймера типа ICM7556 (U2-а) применяется для имитации амплитудной модуляции трели, другая, гаймер U2-б, включена как обычный импульсный генератор с симметричной скважностью и частотой выходного сигнала 2 кГц. Выходной сигнал таймера U2-б включает и выключает транзистор Q2, задающий напряжение на регулирующей громкости потенциометре R10. Мгновенное напряжение на R10 такое же, как на конденсаторе C2 с частотой выборки 2 кГц. Часть этого напряжения поступает на неинвертирующий буферный усилитель с единичным коэффициентом усиления U1-б, в нагрузку которого пьезоэлемент – излучатель звука.

ГЕНЕРАТОР ШУМА





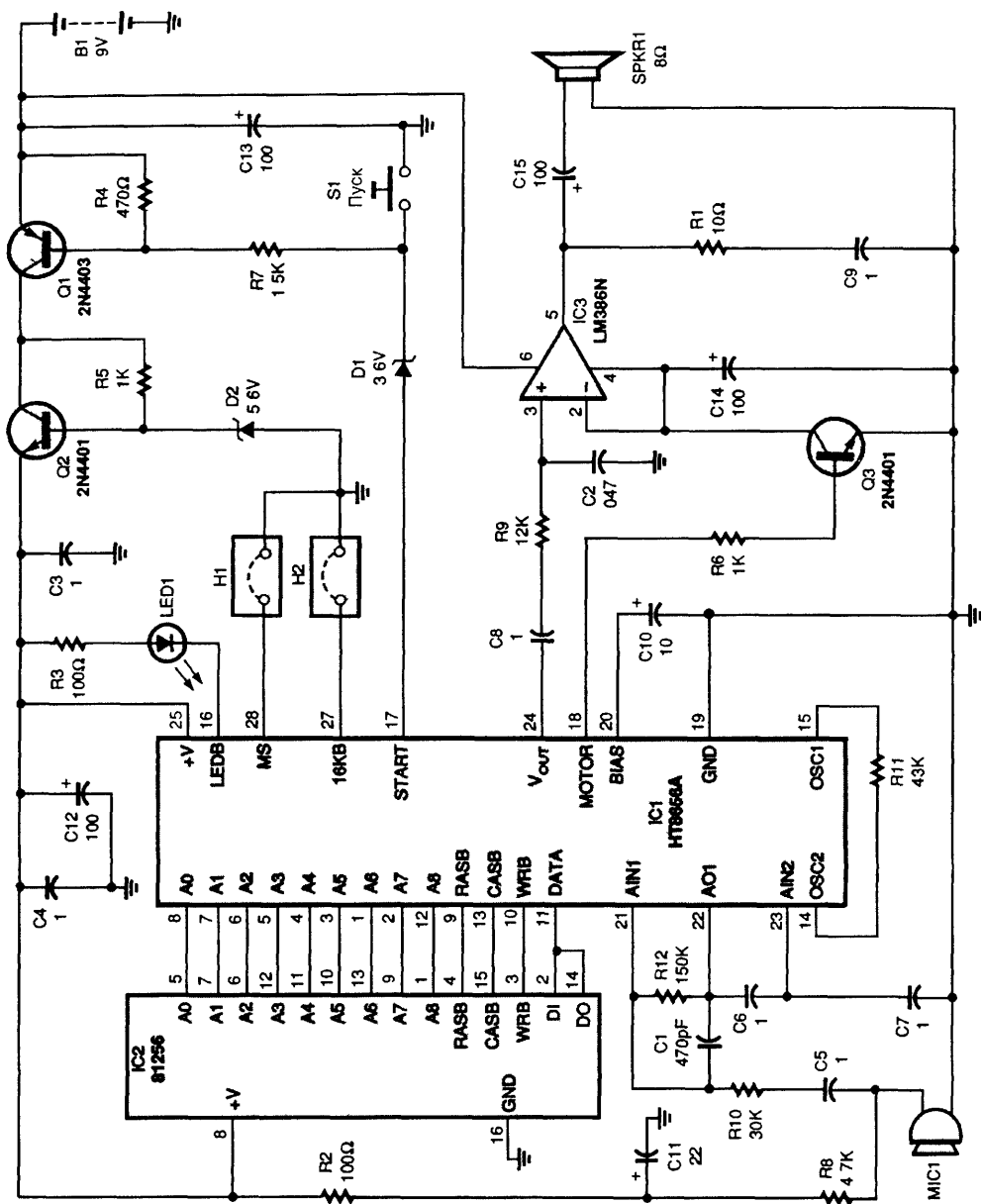
Popular Electronics

Рис. 101.3 (6)

Один однопереходный транзистор (двухбазовый диод) Q1 вырабатывает сигналы разного тона, а основная задача при транзистора Q2 состоит в повышении уровня сигнала, который поступает на нагрузку, состоящую из небольшого громкоговорителя. Шесть герконов (герметизированных магнитоуправляемых контактов) закреплены на внешней поверхности пластиковой трубки (см. рис. 101.3а). Поскольку трубка вращается вокруг магнита, герконы замыкаются и размыкаются, подключая резисторы разного сопротивления к схеме установки частоты генератора. Возможно также одновременное замыкание двух герконов, при котором частота тона выходного сигнала будет намного выше, чем при одном замкнутом переключателе. Частотный диапазон генератора можно сузить, увеличив емкость конденсатора C1, и расширить, уменьшив ее. Для того чтобы запустить это устройство, нужно взять его за направляющий стержень и закрутить так, чтобы пластиковый корпус начал вращаться.

«ЭЛЕКТРОННЫЙ ПОПУГАЙ»

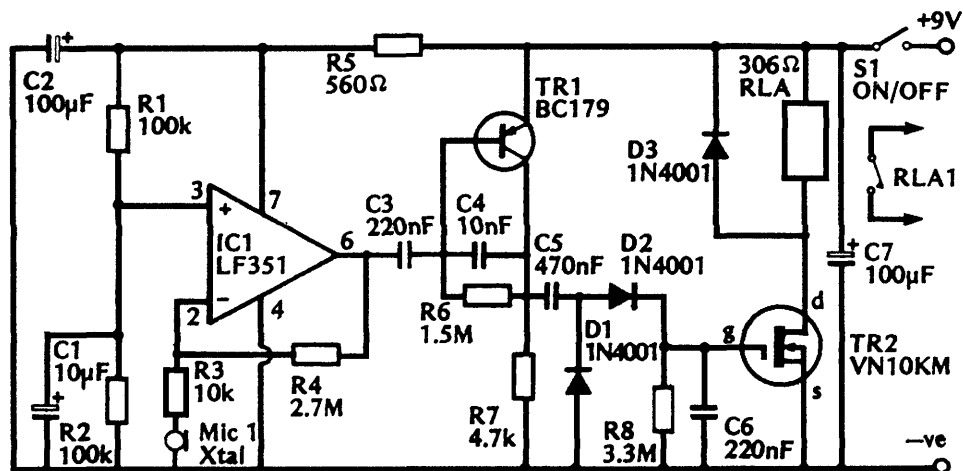
Схема записи/воспроизведения голоса в этом приборе основана на КМОП БИС NT8656 фирмы Holtek и микросхеме 81256 динамического запоминающего устройства с произвольной выборкой 256К×1 (DRAM). Частота выборки может быть 16 либо 32 Кбит/с, что обеспечивает 8- или 16-секундное время записи с DRAM емкостью 256 Кб. DRAM емкостью 64 Кб можно устанавливать в случае, если более короткое время записи подходит для того устройства, в котором используется схема. Питание схемы осуществляется от батарейки 9 В.



ГЛАВА 102

СХЕМЫ, ПРИВОДИМЫЕ В ДЕЙСТВИЕ ЗВУКОМ

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ, ЗАПУСКАЕМЫЙ ЗВУКОМ



Electronic Experimenters Handbook

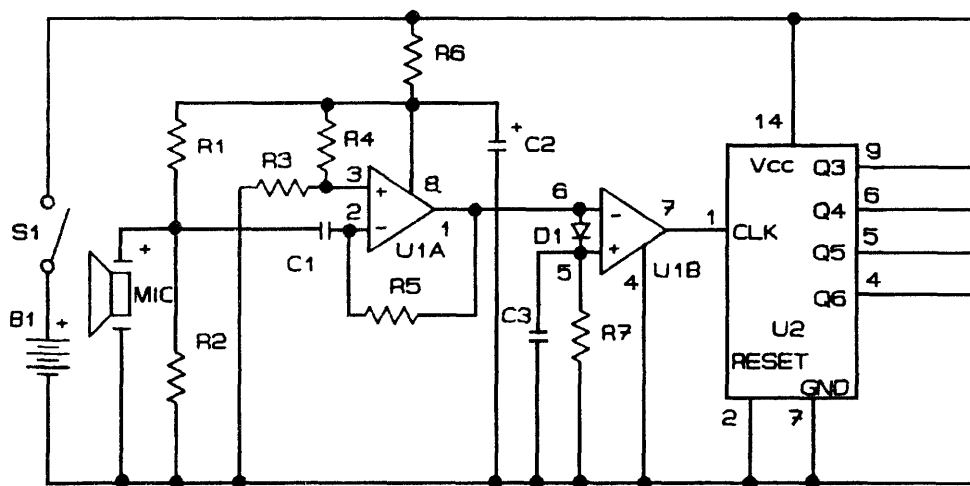
Рис. 102.1

В этой схеме в качестве маломощного предусилителя используется микросхема IC1 с коэффициентом усиления по напряжению, равным 270. После нее включен второй каскад с таким же коэффициентом усиления. Транзистор TR1 во втором каскаде включен по схеме с общим эмиттером, это традиционный вариант усилительного каскада, если не принимать во внимание конденсатор C4, благодаря которому обеспечивается значительное ослабление высокочастотной составляющей, что важно для предотвращения самовозбуждения. Значительно усиленный сигнал с транзистора TR1 поступает на конденсатор C5, а с него — на выпрямитель и сглаживающий фильтр, откуда снимается положительный выходной сигнал постоянного тока, приблизительно пропорционального уровню входного сигнала. Если входной сигнал достаточно велик, напряжение смещения на затворе V МОП транзистора TR2 будет достаточным для включения этого транзистора и запуска

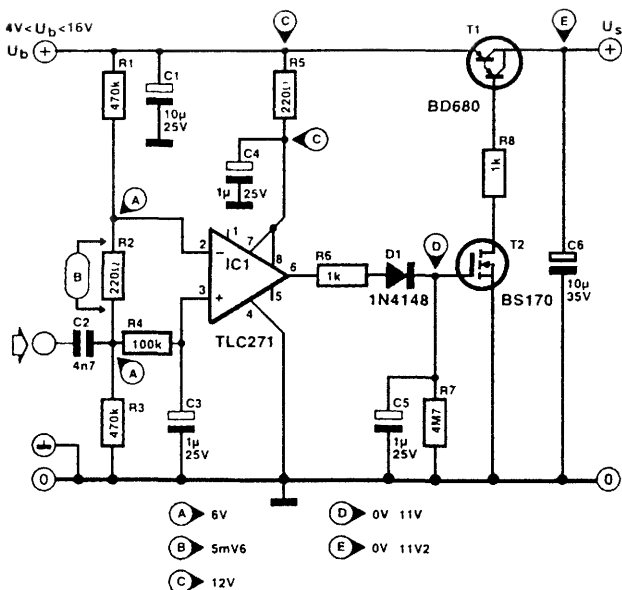
реле в цепи стока. Пара контактов реле, находящихся обычно в разомкнутом состоянии, используется для контроля любого из элементов оборудования, управляемого данной схемой. Конечно, напряжение на затворе транзистора TR2 быстро падает, поскольку конденсатор C6 разряжается через резистор R8, как только входной сигнал перестает поступать на схему, следовательно, реле выключается. Время спада приблизительно равно 1 с и является оптимальным для большинства случаев применения схемы; время нарастания составляет всего долю секунды, поэтому устройство почти незамедлительно реагирует на звук, воспринимаемый микрофоном.

ВКЛЮЧАЕМАЯ ЗВУКОМ ЕЛОЧНАЯ ГИРЛЯНДА

Питание схемы осуществляется от батарейки на 9 В и подается через выключатель S1. Одна часть микросхемы LM358 (U1A) работает как усилитель с высоким коэффициентом усиления. Делитель R3 и R4 устанавливает смещение на входе 3, удерживая усилитель в выключенном состоянии, а делитель R1 и R2 определяет смещение для микрофона. Если преобразованный микрофоном входной звуковой сигнал превышает напряжение смещения, ОУ U1A включается и работает как усилитель с высоким коэффициентом усиления, установленным резистором R5. Сигнал с микрофона поступает на конденсатор C1, а с него – на инвертирующий вход усилителя, вывод 2. В качестве фильтра для операционного усилителя и микрофона используется цепь R6, C2. Вторая половина микросхемы U1,



УПРАВЛЯЕМЫЙ СИГНАЛОМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ



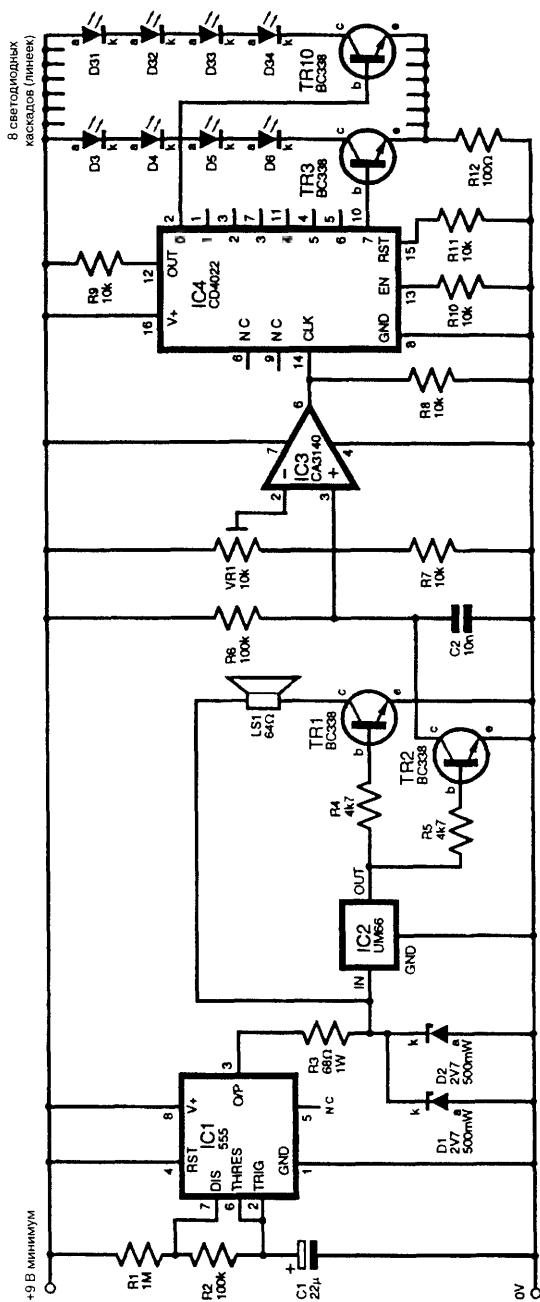
Elektor Electronics

Рис. 102.3

аудиоустройства. Если переключатель не улавливает сигнал звуковой частоты в течение 10 с, он отключает питание устройства.

СХЕМА «СВЕТОМУЗЫКИ»

С помощью устройства, принципиальная схема которого показана на рис. 102.4, осуществляется синхронизация музыки и световой индикации. В этой схеме каждой ноте соответствует определенное состояние дисплея из восьми строк, по четыре светодиода в каждой. IC2 – это трехвыводная музыкальная микросхема серии UM66, позволяющая генерировать желаемую мелодию. При поступлении питания на эту микросхему звукоряд проигрывается один раз, после чего воспроизведение прекращается. Для повторного воспроизведения следует снова подать питание. IC1 – это микросхема серии 555, включенная как генератор, который будет постоянно перезапускать музыкальный чип для повтора мелодии. Однако максимальное напряжение питания микросхемы UM66 лежит в пределах 3,3 В; поэтому в схеме используется простой источник питания на двух стабилитронах D1 и D2 типа 2V7 мощностью 500 мВт. Усилителем является транзистор TR1, работающий в активном режиме (схема включения с общим эмиттером), а мелодия воспроизводится через громкоговоритель LS1. Транзистор TR2 включается при появлении сигнала (из мелодии) и шунтирует конденсатор C2 на «землю». При



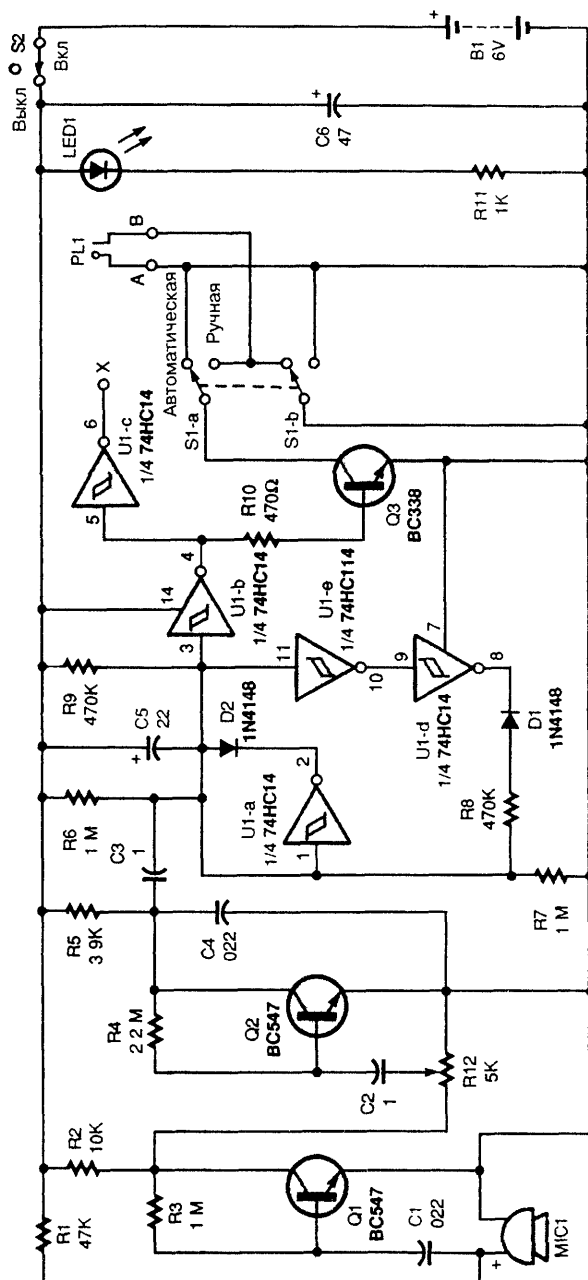
Everyday Practical Electronics

Рис. 102.4

отсутствии ноты конденсатор С2 заряжается, что заставляет операционный усилитель IC3 изменить выходное состояние по достижении значения напряжения, заданного потенциометром VR1. Выходной сигнал микросхемы IC3 с вывода 6 является тактовым импульсом для микросхемы IC4 (восьмиразрядного счетчика). Ее выходные сигналы заставляют буферные транзисторы последовательно включать определенные ряды из светодиодов. Таким образом, дисплей отражает каждую ноту.

ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ МАГНИТОФОНА, ПРИВОДИМЫЙ В ДЕЙСТВИЕ ГОЛОСОМ

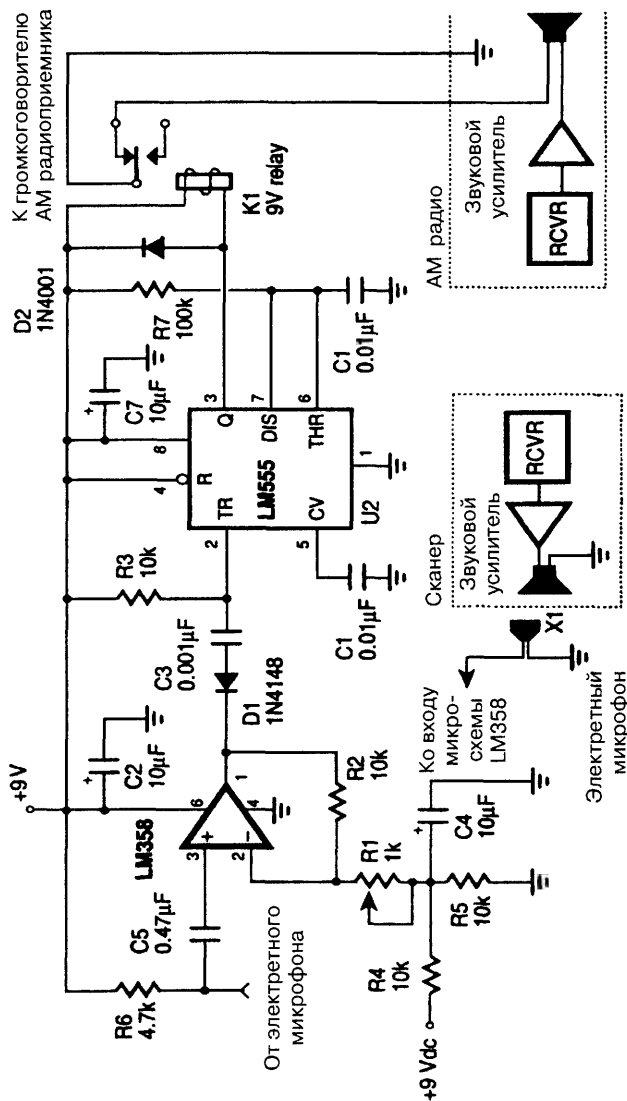
На рис. 102.5 показана схема акустического выключателя, работающая от любого источника питания напряжением 6 В постоянного тока (В1) или эквивалентного четырех последовательно соединенным аккумуляторам типа АА. Акустические сигналы, преобразованные электретным микрофоном (MIC1), поступают через конденсатор С1 на два каскада усиления звуковой частоты на транзисторах Q1 и Q2. Регулировка чувствительности обеспечивается при помощи потенциометра R12 сопротивлением 5 кОм, устанавливающего пороговый уровень звука включения магнитофона. Звуковая часть схемы сопряжена с цифровой посредством делителя на однопроцентных металлопленочных резисторах сопротивлением 1 МОм (R6 и R7), которые подают смещение на U1, равное половине напряжения питания. Микросхема U1 – это шесть инверторов на триггерах Шмитта серии 74НС14. При использовании источника питания напряжением 6 В инвертор на триггере Шмитта имеет гистерезис 1 В (диапазон напряжений между 2,2 и 3,2 В). Следовательно, на выходе инвертора на триггере Шмитта установится низкий уровень, если уровень входного сигнала превысит 3,2 В, и высокий, если упадет ниже 2,2 В. При наличии звукового сигнала низкий уровень на входе 3 элемента U1-b и на входе 11 элемента U1-e способствует установлению низкого уровня на выходе 8 элемента U1-d. Отсутствие звукового сигнала с микрофона приведет к установлению низкого уровня на входе 1, и на выходе 2 уровень станет высоким. Диод D2 блокирует разряд конденсатора С5 через его обычную цепь разряда, следовательно, конденсатор С5 начнет разряжаться через резистор R9. После задержки, вызванной этим процессом, напряжение на выводе 3 превысит 3,2 В, что приведет к разрыву соединения между выводом А и «землей» и выключению магнитофона. При поступлении длительного входного звукового сигнала, преобразованного микрофоном, на вход 1, на выходе 4 будет сохраняться высокий уровень, но, как только звуковой сигнал прекратится, начнется процесс прерывания. Когда питание на схему поступает через переключатель S2, светодиод LED1 горит. Однако, если не заземлять резистор R11, а подключить его к выходу X (вывод 6 элемента U1-c), светодиод LED1 будет гореть только в том случае, когда выход схемы активен.

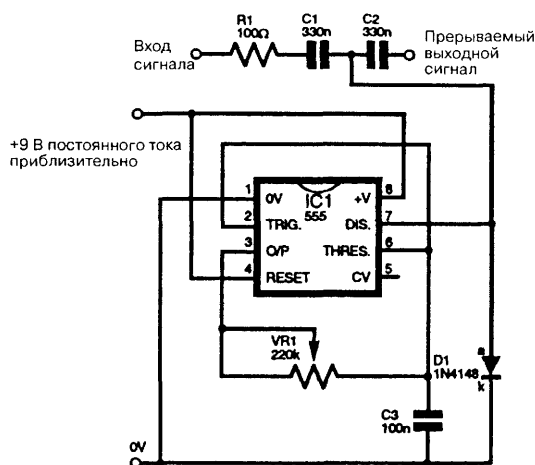


Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ)

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ, УПРАВЛЯЕМЫЙ ЗВУКОМ

В показанном устройстве электретный микрофон располагается непосредственно перед громкоговорителем сканера. Сначала микрофон (X1) воспринимает звук (обычно голос) с громкоговорителя, затем этот сигнал усиливается и детектируется, запускает схему генератора одиночных импульсов, посредством чего осуществляется управление реле (K1). Это реле выключает громкоговоритель АМ радиоприемника, когда сканер обнаруживает звуковой сигнал.



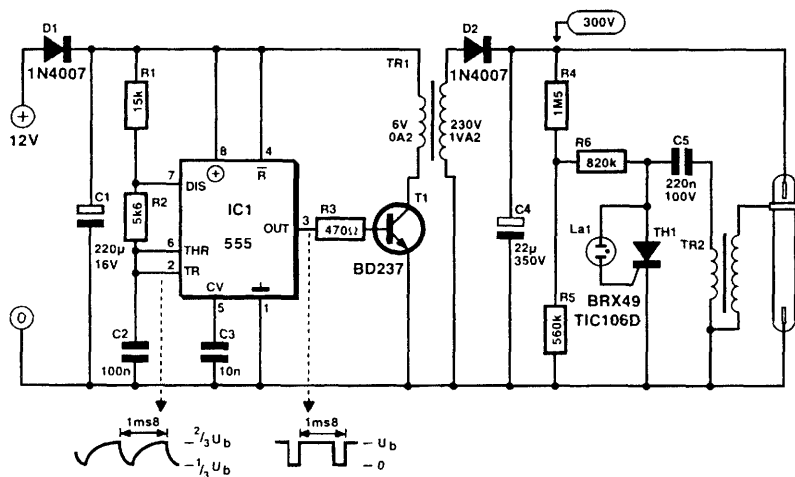
СХЕМА, МОДЕЛИРУЮЩАЯ ГОЛОСОВЫЕ ЭФФЕКТЫ*Everyday Practical Electronics***Рис. 102.7**

На рис. 102.7 представлена схема устройства, которое моделирует специфический эффект путем низкочастотного прерывания звукового сигнала. В приборе используется частота от 50 до 90 Гц, генерируемая микросхемой IC1, таймером типа 555. Это устройство – не обыкновенный мультивибратор, а генератор с гистерезисом (внутренний разрядный транзистор, вывод 7, работает в качестве прерывателя, шунтируя звуковой сигнал до 0 В). «Прерывающая» частота устанавливается потенциометром VR1, для получения наиболее приемлемого звука ее можно регулировать. Входной сигнал должен находиться в пределах 50–150 мВ и поступать от источника с низким сопротивлением, например электродинамического микрофона, что позволит избежать искажений. В случае перегрузки диод D1 сохраняет симметричность сигнала. Выходной сигнал подается на внешний усилитель. Два конденсатора C1 и C2 отсекают постоянную составляющую тока и нужны лишь в том случае, если во входном сигнале такая составляющая присутствует.

ГЛАВА 103

СТРОБОСКОПИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

12-ВОЛЬТОВЫЙ СТРОБОСКОП



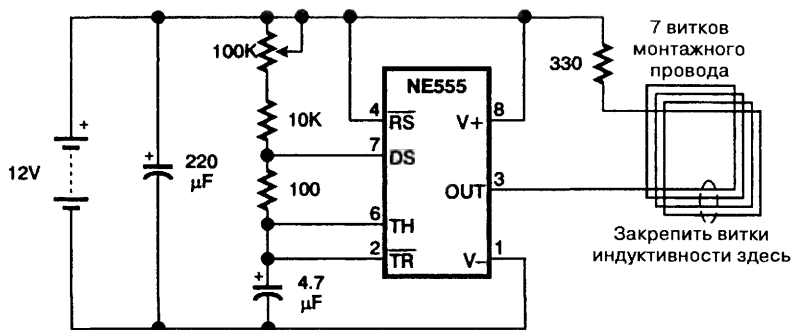
Elektr Electronics

Рис. 103.1

Мощная ксеноновая лампа получает энергию 12 В от источника постоянного тока через одноконтный преобразователь (конвертер). Диод D1 использовать необязательно, так как он нужен для защиты от неправильной полярности питания. Микросхема 555 включена как генератор с частотой около 700 Гц. Когда транзистор T1 открыт, через шестивольтовую обмотку трансформатора TR1 протекает ток, при этом на аноде диода D2 отрицательный потенциал. Когда транзистор T1 закрыт, напряжение на коллекторе равно 12 В, на аноде диода положительный потенциал, следовательно, конденсатор C4 заряжается. Конвертер не следует включать без нагрузки. Целесообразно ради безопасности зашунтировать конденсатор C4 резистором сопротивлением 100 кОм и мощностью 1 Вт. Конвертер заряжает конденсатор C4 до напряжения около 300 В, а на участке между резистором R6 и конденсатором C5 напряжение составляет около 100 В. При определенном напряжении на C5 включается неоновая лампа, которая обеспечивает протекание тока управляющего электрода. Тиристор отпирается, и конденсатор C5 разряжается через импульсный трансформатор TR2, напряжение во вторичной обмотке

которого достигает нескольких тысяч вольт. Этого достаточно, чтобы ксеноновая лампа зажглась, разряжая конденсатор С4. Затем процесс повторяется. Схема потребляет ток около 250 мА, но величина его зависит от частоты зажигания и типа ксеноновой лампы.

СТРОБОСКОП ДЛЯ ПРОВЕРКИ УСТАНОВКИ МОМЕНТА ЗАЖИГАНИЯ



Electronics Now

Рис. 103.2

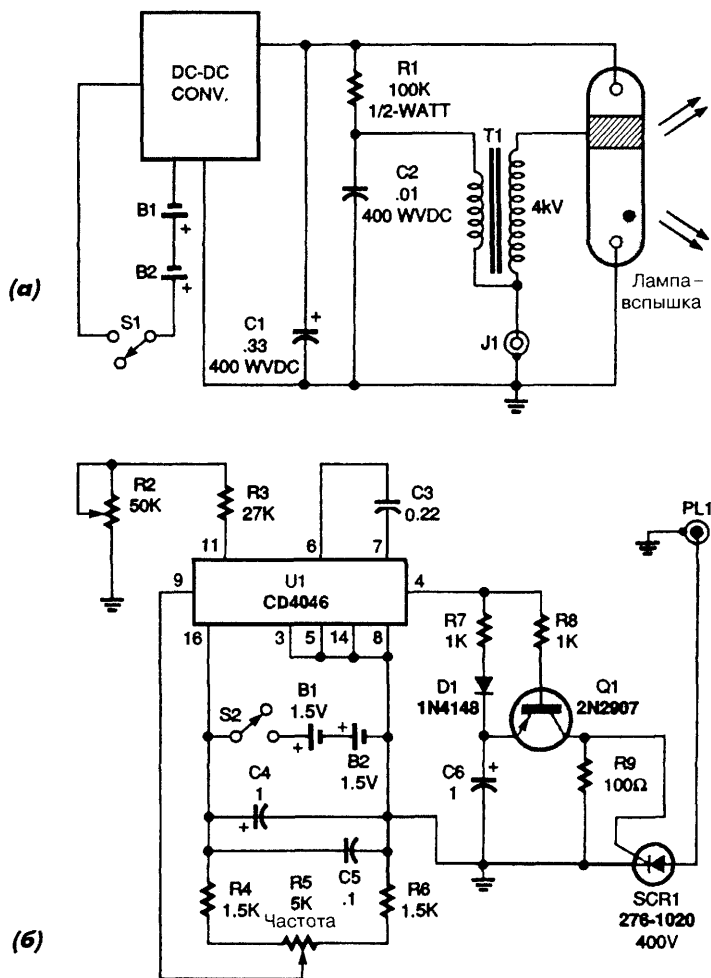
Микросхема NE555, приведенная на рис. 103.2, используется для получения кратковременных токовых импульсов. Импульсы поступают по проводу, который для увеличения индукции скручен в петлю. При проверке установки момента зажигания эти импульсы должны быть похожими на импульсы тока, протекающего по проводу свечи зажигания. Нужно учитывать, что максимальная частота при проверке составляет около 20 Гц, и импульсы с более высокой частотой стробоскоп не заметит. Частоту зажигания стробоскопа можно увеличить, если уменьшить емкость высоковольтного конденсатора, включенного параллельно трубке (лампе). При этом свет станет менее ярким, но конденсатор будет заряжаться быстрее, следовательно, уменьшится промежуток между вспышками.

ТВЕРДОТЕЛЬНЫЙ (ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ) СТРОБОСКОП

На рис. 103.3 показана принципиальная схема стробоскопа. При замыкании переключателя S2 питание с 9 В батарейки В1 поступает на стабилизатор напряжения типа 78L05 (IC3), откуда для остальной схемы подается напряжение 5 В. Конденсаторы С8 и С9 фильтруют питание. При помощи ИС ФАПЧ типа CD4046 (IC1) в схему приходят низкочастотные импульсы прямоугольной формы. Их частота устанавливается потенциометром R4, который представляет собой прецизионный

тока около 90 мА через светодиод LED1 с длительностью, устанавливаемой потенциометром R8. Такой сверхъяркий светодиод с максимальным допустимым током 100 мА используется как импульсный источник света.

СТРОБОСКОПИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО



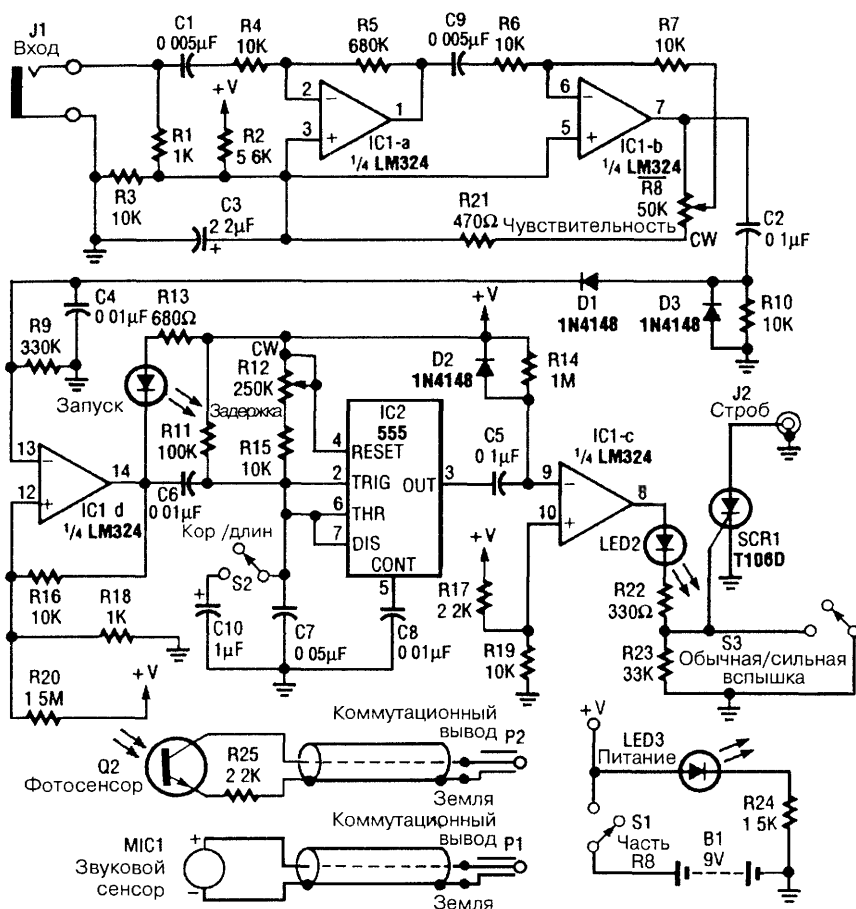
Popular Electronics

Рис. 103.4

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

Точный (прецизионный) стробоскоп можно получить, если усовершенствовать устройство вспышки, показанное на рис. 103.4а, таким образом, чтобы оно принимало сигналы от схемы, изображенной на рис. 103.4б.

СТРОБОСКОП СО СТОП-КАДРОМ



1994 Electronic Experimenters Handbook

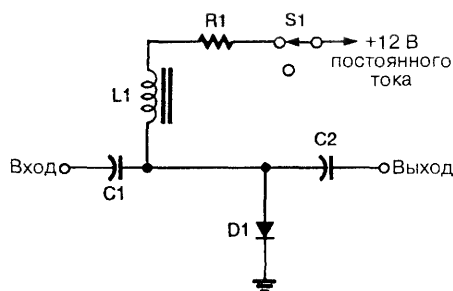
Рис. 103.5

Эта схема применяется при фотографировании для получения «застывших» изображений, таких как падение капель воды, взрыв, выстрел и т.п. Входной сигнал от микрофона или фотоприемника усиливается и запускает тиристор, который в свою очередь вырабатывает синхримпульс для запуска стробоскопа (лампы-вспышки) съемочной камеры или фотоаппарата

ГЛАВА 104

ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЕ СХЕМЫ

ШУНТИРУЮЩИЙ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ НА PIN-ДИОДЕ



Popular Electronics

Рис. 104.1

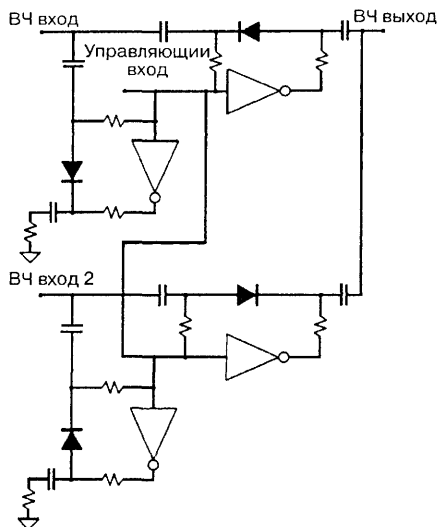
На приведенной схеме в качестве переключателя используется диод D1 (PIN-диод типа MV3404). Сигнал смещения постоянного тока подается на него через резистор R1 и катушку индуктивности L1. Если в такой шунтирующей переключающей схеме диод D1 смещен в прямом направлении, то поступающие сигналы направляются в «землю».

ПЕРЕКЛЮЧАЮЩАЯ ОДНОПОЛЮСНАЯ СХЕМА НА ДВА НАПРАВЛЕНИЯ С ВЫСОКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ РАЗВЯЗКИ

На рис. 104.2 показана стандартная схема однополюсного переключателя на два направления с применением PIN-диодов. Используются последовательное и параллельное (шунтирующее) включение диодов. Величина общего сопротивления схемы по постоянному току вычисляется по формуле

$$I_{\text{DIODE}} = (V_{\text{CC}} - V_{\text{DIODE}})/R,$$

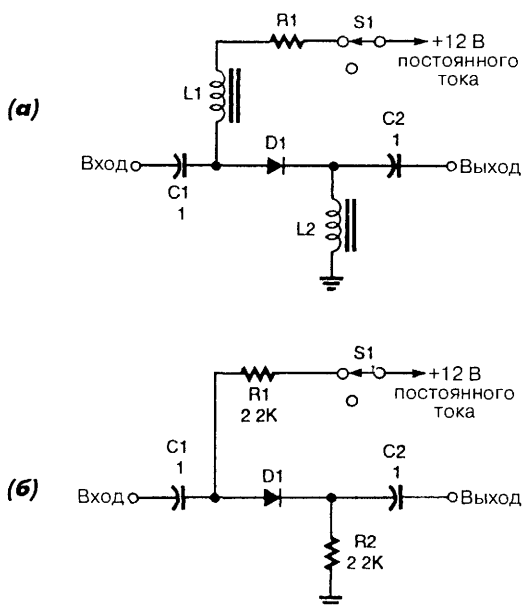
где I_{DIODE} — фиксированное значение тока диода



RF Design

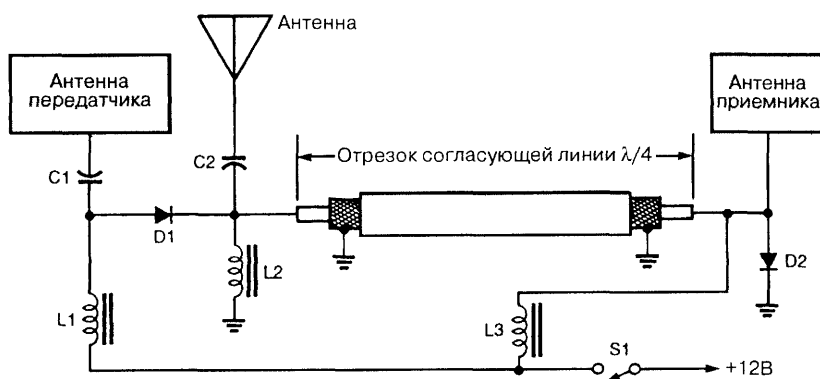
Рис. 104.2

СТАНДАРТНАЯ СХЕМА ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ НА PIN-ДИОДЕ

**Рис. 104.3**

Диод D1 – это PIN-диод типа MV3404, применяемый в качестве переключателя. Через резистор R1 на него подается сигнал смещения постоянного тока. Катушки индуктивности L1 и L2 используются как высокочастотные дроссели (рис. 104.3а). На рис. 104.3б представлен альтернативный вариант этой схемы, без высокочастотных дросселей.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ПЕРЕДАЧА/ПРИЕМ ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА МВ ДИАПАЗОНА

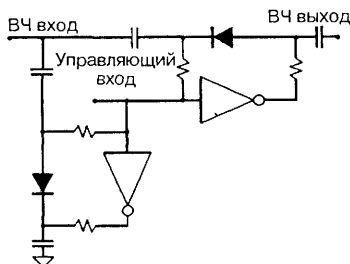


Popular Electronics

Рис. 104.4

На рис. 104.4 показан переключатель передача/прием приемопередатчика, в котором вместо реле применяется PIN-диод. В схеме можно использовать диоды серии MV3404 или подобного типа.

ПЕРЕКЛЮЧАЮЩАЯ СХЕМА НА PIN-ДИОДАХ С ВЫСОКИМ КОЭФФИЦИЕНТОМ РАЗВЯЗКИ



RF Design

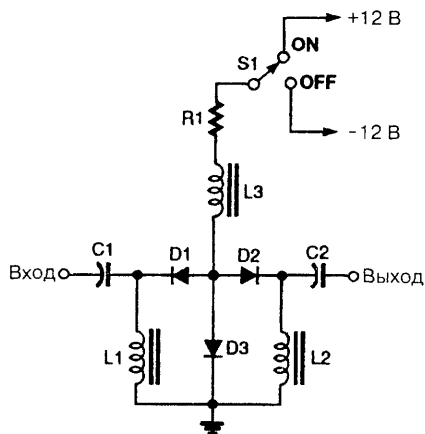
Рис. 104.5

На рис. 104 5 представлена стандартная схема переключателя на PIN-диодах, в которой используется их последовательное и параллельное (шунтирующее) включение. Величину общего сопротивления схемы по постоянному току можно рассчитать по формуле

$$I_{D1ODL} = (V_{CC} - V_{D1ODE}) / R,$$

где I_{D1ODF} – фиксированное значение тока диода.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ НА PIN-ДИОДАХ

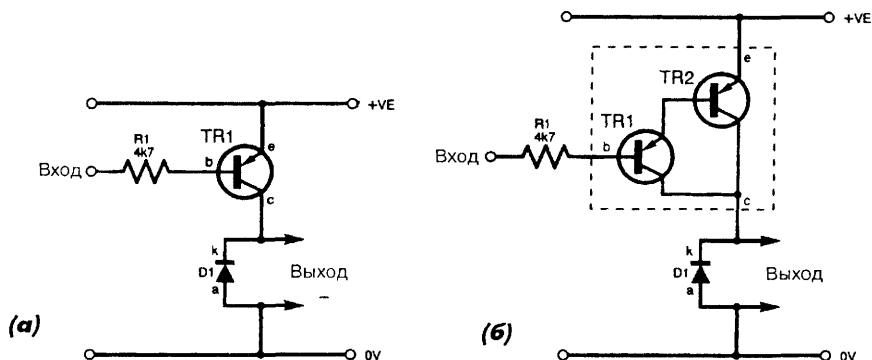


Popular Electronics

Рис. 104.6

В схеме переключателя для получения превосходной развязки между входом и выходом в отключенном (OFF) состоянии используется комбинация последовательных и параллельных (шунтирующих) переключающих схем. Для этого применяются диоды MV3404 или подобного типа.

ВЫКЛЮЧАТЕЛИ НА PNP-ТРАНЗИСТОРАХ

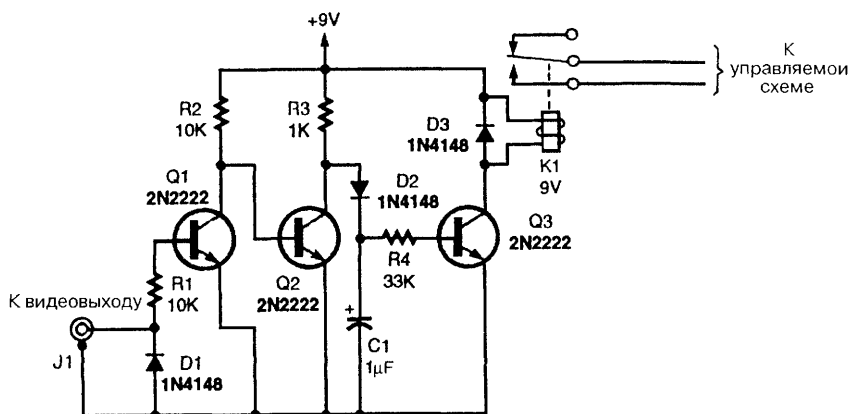


Everyday Practical Electronics

Рис. 104.7

На схеме представлены типы выключателей на ррр-транзисторах на одном ррр-транзисторе (рис. 104 7а) и на паре Дарлингтона (рис. 104.7б).

СХЕМА ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ ПИТАНИЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



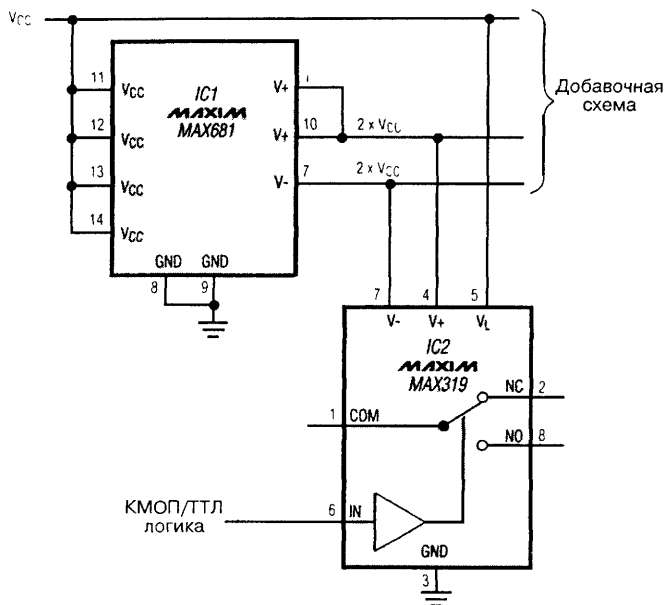
Popular Electronics

Рис. 104.8

Эту схему можно использовать для включения питания телевизора при поступлении сигнала с видеомэгнитофона. Когда в видеомэгнитофоне начинается воспроизведение кассеты, на гнездо J1 поступает сигнал с видеовыхода видеомэгнитофона. При этом детекторная схема (диод D1) выдает сигнал постоянного тока, транзистор Q1 открывается, а транзистор Q2 закрывается, что позволяет транзистору Q3 включить присоединенное к нему реле K1.

НИЗКОВОЛЬТНЫЕ АНАЛОГОВЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

Если к приведенной схеме (рис. 104.9), которая рассчитана только на 3 В или только на 5 В, добавить один компонент, можно у обычных КМОП аналоговых переключателей получить рабочие характеристики, свойственные переключателям с напряжением питания ± 15 В: быстрое переключение, низкое сопротивление в состоянии ON (включен), КМОП/ТТЛ совместимость, небольшое потребление энергии и диапазон сигналов ($\pm V_{CC}$), превышающий диапазон входного напряжения питания (V_{CC} — «земля»). Для этого следует лишь добавить микросхему емкостного преобразователя напряжения (IC1), которая удваивает напряжение на выходах ($+2V_{CC}$ и $-2V_{CC}$). При таком нестабилизированном напряжении обеспечивается надежная работа переключателя даже для небольшого уровня V_{CC} , равного 3 В. Логические пороговые уровни переключателя остаются неизменными. Например, при уровне V_{CC} 3 В его напряжение питания (микросхема IC2) составляет ± 6 В, тогда сопротивление в состоянии ON (включен) — менее 30 Ом, время переключения — менее 200 нс, ток утечки — менее 0,1 нА, а ток — не более 0,5 мА.



Maxim

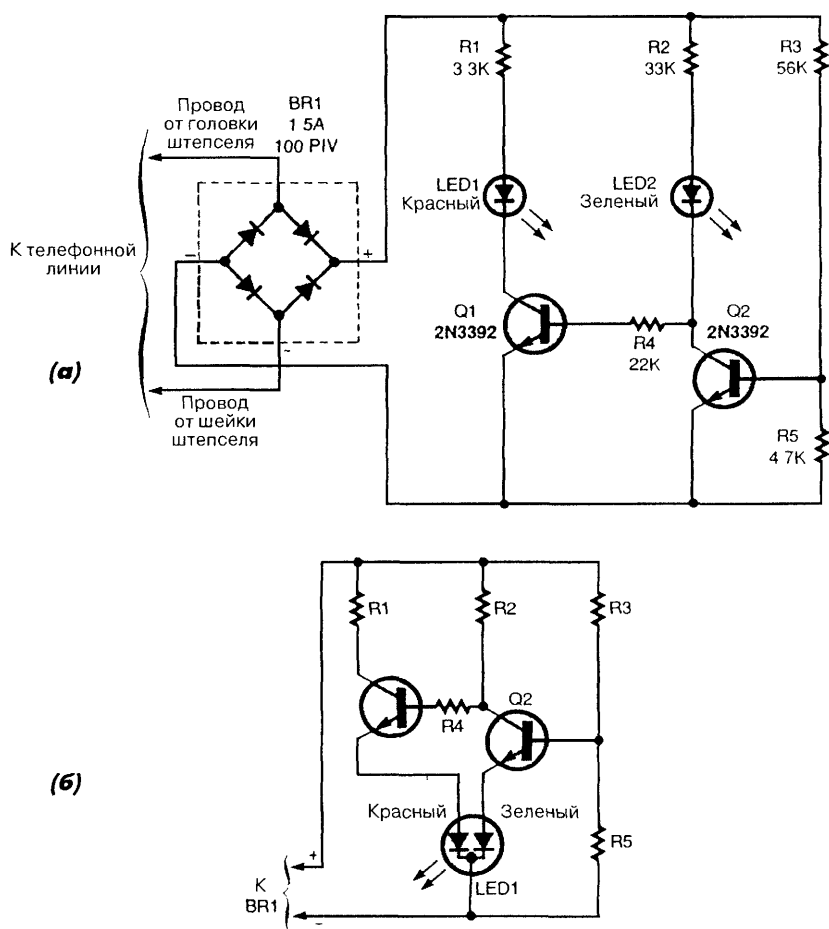
Рис. 104.9

При увеличении V_{CC} до 5 В напряжение питания повысится до ± 10 В, сопротивление в состоянии ON (включен) составит менее 20 Ом, время переключения – менее 150 нс, ток утечки – менее 0,4 нА, а ток увеличится до 1,3 мА. От микросхемы IC1 питание можно подавать на дополнительные переключатели и/или на маломощные операционные усилители, но при токе нагрузки выше нескольких миллиампер характеристики схемы ухудшатся, так как понизится нестабилизированное напряжение питания.

ГЛАВА 105

СХЕМЫ ДЛЯ ТЕЛЕФОНИИ

ИНДИКАТОР «ТЕЛЕФОН ЗАНЯТ»

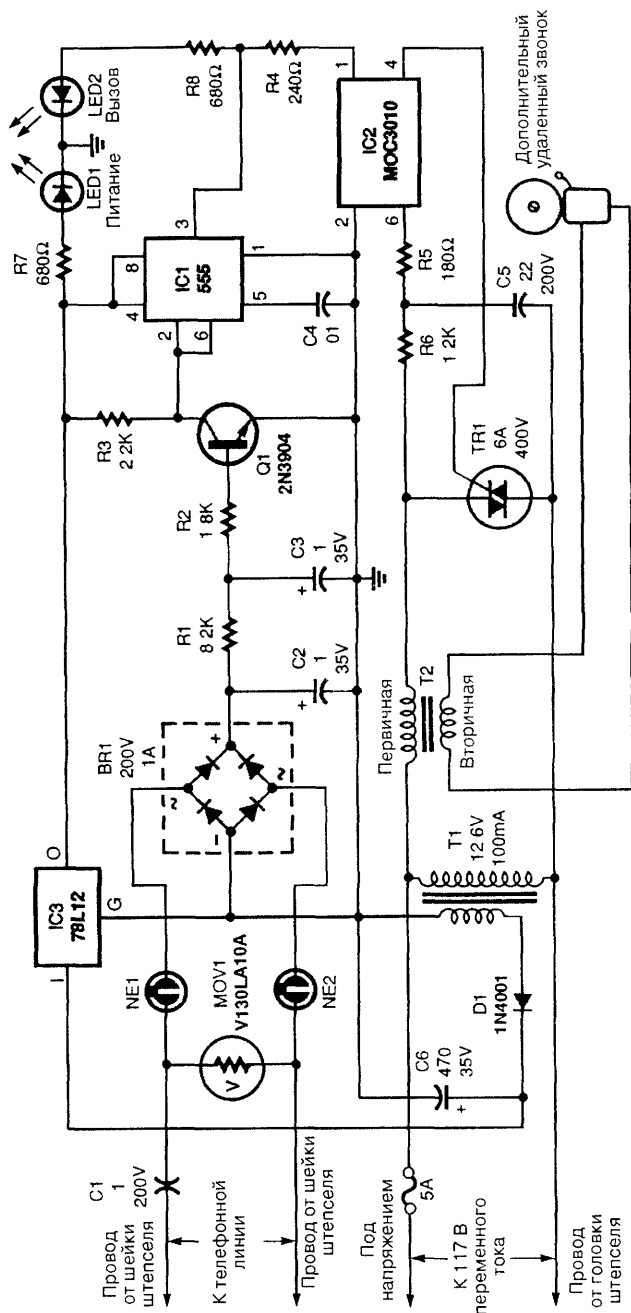


Если ваш телефонный разговор постоянно прерывается другими людьми, снимающими трубку с параллельного аппарата, – используйте схему, показанную на рис. 105.1а: она предупредит о том, что телефон занят. Тем, кому интересно поэкспериментировать с трехцветным светодиодом, стоит испытать схему, изображенную на рис. 105.1б.

Когда трубки всех телефонных аппаратов лежат на рычагах, на базу транзистора Q2 поступает смещение от схемы делителя напряжения на резисторах R3 и R5. При сопротивлении резистора R5, равном приведенному на рис. 105.1а, прибор переключается при напряжении около 9 В (это значение может быть изменено для других уровней напряжения в сети). Когда транзистор Q2 открыт, ток протекает через резистор R2 и светодиод LED2, сигнализирующий, что телефонная линия не занята. Светодиод LED1 остается выключенным, так как база транзистора Q1 заземлена. При снятии телефонной трубки с рычага напряжение снижается, транзистор Q2 запирается, при этом небольшой ток проходит через резистор R2, светодиод LED2 и резистор R4 в базу транзистора Q1 и открывает его. Светодиод LED1 загорается, а через LED2 перестает протекать ток, необходимый для его свечения. Мостовой диодный выпрямитель используется для защиты при неправильном подключении проводов от сети, а также для выпрямления сигнала.

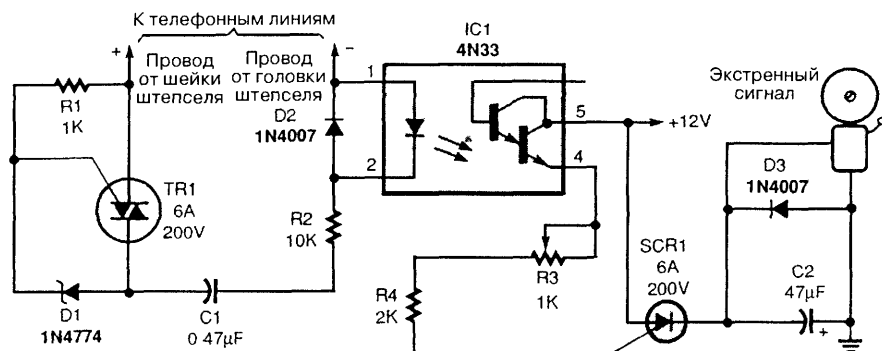
УСТРОЙСТВО ДИСТАНЦИОННОЙ ИНДИКАЦИИ ТЕЛЕФОННОГО ЗВОНКА

На рис. 105.2 показан удлинитель телефонной линии, который используется для установления добавочного звонка в местах, где не слышен звонок основного телефонного аппарата (например, в гараже). На одну телефонную линию может быть установлено до четырех дистанционных звонков, а удаление может составлять 30 м и более от места расположения аппарата. Если заменить звонок, подключенный к трансформатору T2, электрической лампочкой, схема станет удобной для людей с ослабленным слухом. Когда телефонная линия не занята, разность потенциалов между красным и зеленым проводами составляет около 50–60 В постоянного тока. Конденсатор C1 блокирует сигнал постоянного тока. Импульсы набора номера, формируемые дисковыми телефонами, которые могут быть подключены к линии, шунтируются с помощью варистора MOV1. Для того чтобы телефон зазвонил, по проводам телефонной линии на аппарат должен поступить сигнал переменного тока напряжением 90–130 В. Этот сигнал через конденсатор C1 подается на две неоновые лампы, NE1 и NE2, с помощью которых обеспечивается развязка между телефонной линией и аппаратом. Лампы светятся (неон ионизируется), если напряжение в телефонной линии составляет около 100 В (то есть при телефонном звонке). Когда лампы горят, они вместе с мостовым выпрямителем образуют трехэлементный делитель напряжения. Выпрямленный сигнал поступает на RC-фильтр, который состоит из резисторов R1 и R2, конденсаторов C2 и C3, и открывает транзистор Q1. На входах 2 и 6 микросхемы U1 устанавливается низкий уровень, а на выходе 3 – высокий. После этого оптрон и тиристор открываются, и питание через трансформатор от дверного звонка T2 подается на удаленный телефонный звонок.



Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

ДИСТАНЦИОННЫЙ ТЕЛЕФОННЫЙ ЗВОНОК



Popular Electronics

Рис. 105.3

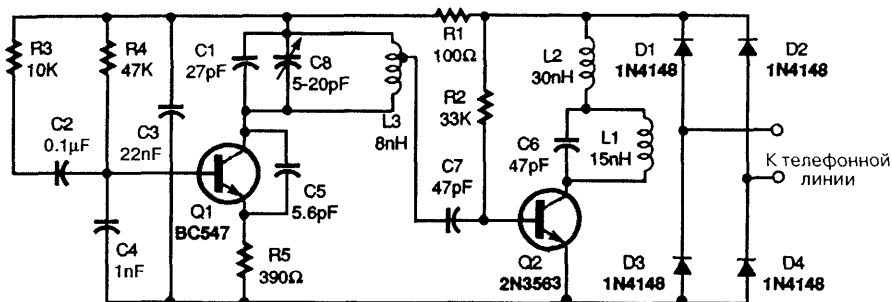
Напряжение в телефонной линии при опущенной трубке (около 50 В) не позволяет включиться тиристор (типа Radio Shack 276-1001 или аналогичный), таким образом, оптрон заперт. Если телефон звонит, то импульсы с вывода 4 оптрона поступают через резисторы R3 и R4 на управляющий электрод тиристора SCR1. Когда он открывается, на звонок подается питание 12 В. Частота импульсов составляет около 400 Гц, поэтому звук может показаться немного грубым. Размыкание контактов прерывателя звонка запирает тиристор по окончании поступления сигналов на управляющий электрод. Схема работает от источника питания напряжением 12 В при токе до 2 А. Сопротивление потенциометра R3 должно быть достаточно высоким, чтобы тиристор SCR1 не включался между звонками, но и достаточно низким, чтобы запустить его, когда зазвонит телефон.

ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ СХЕМЫ СОПРЯЖЕНИЯ С АБОНЕНТСКОЙ ЛИНИЕЙ

Многообмоточный трансформатор нового типа (для различных конфигураций выбирается по усмотрению пользователя) запускается инвертирующим контроллером, который обеспечивает высокое отрицательное напряжение, необходимое для коммутатора цифровой сети с предоставлением различных телефонных услуг. В таких платах используются схемы сопряжения с абонентской линией, например с посылкой вызова от AMD. Эта ИС осуществляет передачу сигналов отбоя и ответа абонента, детектирование сигналов стандартного аналогового телефонного устройства сопряжения и формирует тональный сигнал вызова. Для передачи сигнала отбоя схеме требуется строго стабилизированное напряжение -24 или -48 В; для формирования тонального сигнала вызова – нестабилизированное напряжение -70 В. Для «эквивалента пяти сигналов вызова» необходима

схемы зависит от нагрузки: если на одном из выходов большая нагрузка, то на другом должна быть маленькая, и наоборот.

ТЕЛЕФОННЫЙ ЧМ ПЕРЕДАТЧИК



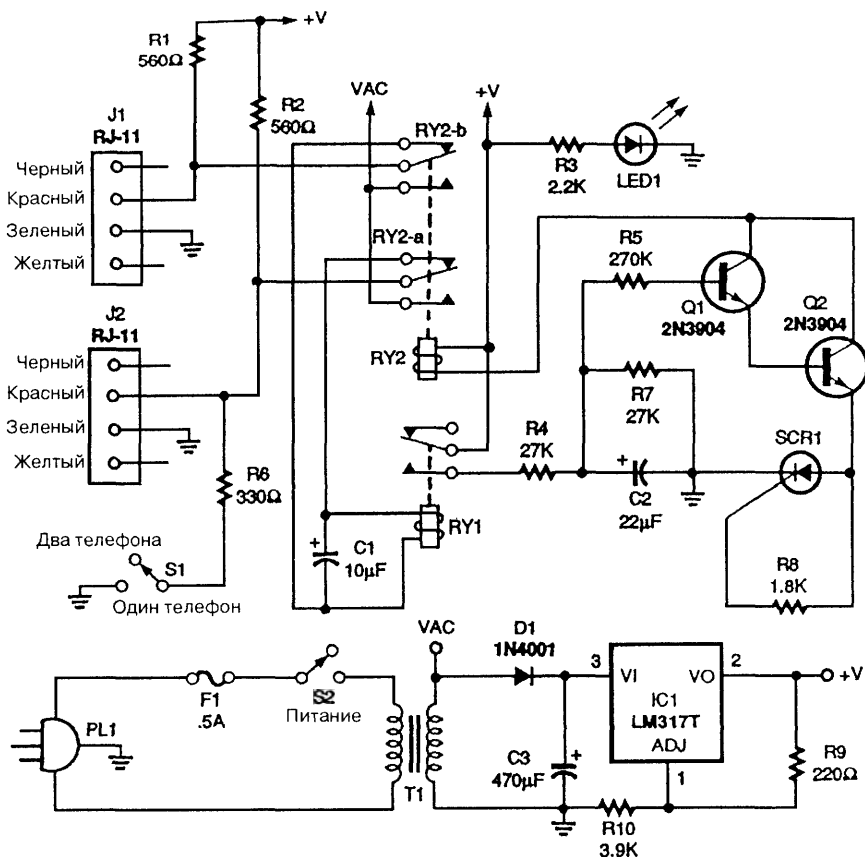
Popular Electronics

Рис. 105.5

Эта схема подключается последовательно к разъему телефонной линии (красный и зеленый провода). Питание осуществляется от телефонной линии двухполупериодным выпрямлением на диодах D1 – D4. Транзистор Q1, конденсаторы C1, C8 и катушка индуктивности L3 образуют ЧМ генератор, который работает на частоте около 93 МГц. С помощью конденсатора переменной емкости C8 можно устанавливать частоту генератора в пределах 90–95 МГц. Чтобы сдвинуть область приема от 98 до 105 МГц, C1 следует заменить на конденсатор емкостью 10 пФ. Звуковой сигнал с телефонной линии поступает через RC-цепочку R3 – C2 на базу транзистора Q1, в результате чего модулируется частота генератора. Усилитель мощности выполнен на транзисторе Q2, катушке индуктивности L1 и конденсаторе C6. Сигнал с части катушки индуктивности L3 схемы генератора поступает на базу транзистора Q2, а усиленный ЧМ сигнал снимается с коллектора транзистора Q2. Катушка индуктивности L2 является ВЧ дросселем, с помощью которого осуществляется развязка цепи питания и схемы усиления звукового сигнала.

СХЕМА, МОДЕЛИРУЮЩАЯ ТЕЛЕФОННУЮ ЛИНИЮ

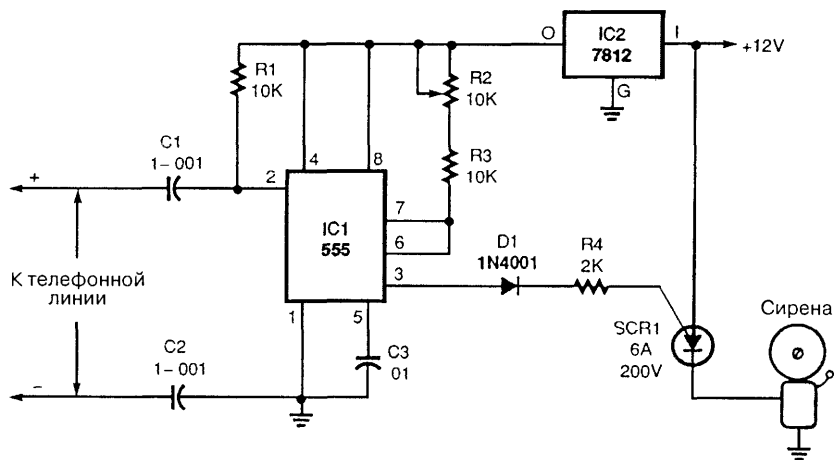
Когда обе телефонных трубки находятся на рычагах, питание на них подается через резисторы R1 и R2. Если трубки подняты, они передают и принимают свои собственные звуковые сигналы. Если переключатель S1 замкнут, то с помощью резистора R6 моделируется ситуация, когда телефон подключен к гнезду J2, что позволяет тестировать только один аппарат. Рассмотрим ситуацию, когда одна трубка лежит на рычаге, а вторая поднята. При этом в линии с трубкой, лежащей на рычаге, устанавливается напряжение 24 В постоянного тока, а в линии с трубкой,



снятой с рычага, – напряжение 7 В. Обмотка реле RY1 подключена между двумя телефонными линиями, и их разность напряжений включает реле. Если контакты RY1 замкнуты, то конденсатор C2 заряжается через резистор R4. Чтобы конденсатор C2 зарядился до напряжения 12 В, требуется примерно 1 с. Это приводит к замыканию управляемого напряжением переключателя, который включает реле RY2; он состоит из резистора R5, транзисторов Q1 и Q2, тиристора SCR1 и резистора R8. Когда реле RY2 срабатывает, реле RY1 как бы исключается из схемы, и на телефонную линию поступает сигнал синусоидальной формы частотой 60 Гц и напряжением с амплитудой 37 В, который вызывает звонки обоих телефонов. Так как реле RY1 исключено из схемы, конденсатор C2 начинает разряжаться через резистор R7. Для того чтобы конденсатор разрядился до напряжения 2,4 В постоянного тока нужно примерно 1 с. Такое низкое напряжение приводит к тому, что транзисторы Q1 и Q2 выключают реле RY2 и напряжение, вызывающее звонки, не поступает в телефонную линию, в результате чего реле RY1 «возвращается»

в схему. Если трубка на одном из аппаратов все еще снята с рычага, а на другом положена, то цикл повторится.

СХЕМА ИНДИКАЦИИ ТЕЛЕФОННОГО ЗВОНКА



Popular Electronics

Рис. 105.7

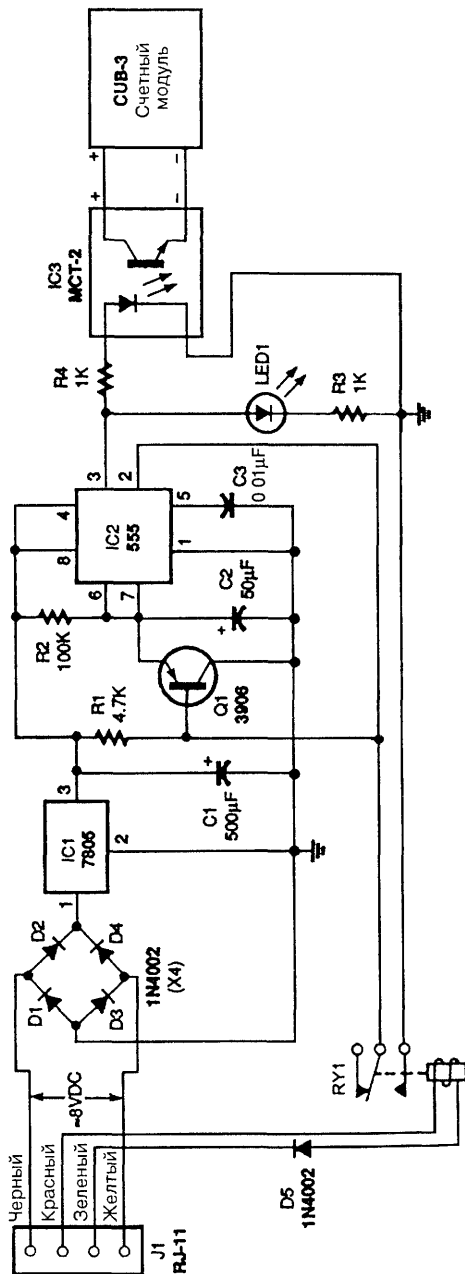
Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

В схеме используется таймер типа 555 для управления тиристором SCR1, который пропускает напряжение 12 В на сигнальный звонок. Здесь следует применять звонок с механическим прерывателем, он будет включаться и звонить только при поступлении сигналов вызова на телефонную линию.

СЧЕТЧИК ТЕЛЕФОННЫХ ЗВОНКОВ

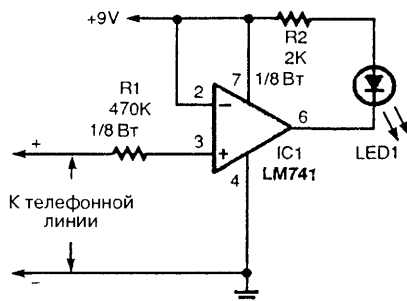
Устройство, приведенное на рис. 105.8, считает все звонки, поступающие на телефон, независимо от числа сигналов вызова. Если звонивший повесит трубку после одного сигнала или после десяти либо дождется сигнала автоответчика и повесит трубку или же оставит сообщение, значение счетчика все равно увеличится на единицу. Такая схема должна реагировать только на сигнал напряжением 90 В переменного тока, поступающий при вызове (звонке), и игнорировать все остальные сигналы. Поскольку схема счетчика изолирована от телефонной линии, ей необходим собственный источник питания. При использовании счетчика в некоторых телефонных системах питание можно получать от телефонной линии – от желтого и черного проводов, которые обычно подсоединены к небольшому трансформатору, выдающему напряжение около 8 В переменного тока. Мостовая

схема выпрямителя, образованная диодами D1 – D4, микросхема стабилизатора напряжения IC1 и фильтрующий конденсатор C1 преобразуют сигнал с трансформатора в напряжение 5 В постоянного тока, используемое для питания схемы. Если у телефонной линии нет желтого и черного проводов питания, то на вход выпрямителя следует подать напряжение 6,3 В переменного тока. Таймер IC2 запускается контактами реле RY1 с напряжением на обмотке около 48 В. Поскольку диод D5 не проводит сигнал постоянного тока с телефонной линии, он будет пропускать только частично выпрямленный переменный ток, когда телефон зазвонит. Частично выпрямленного напряжения 90 В через диод D5 недостаточно для возбуждения реле. Фактически реле будет вибрировать с частотой около 20 Гц в течение сигнала вызова, так как выпрямленный сигнал пульсирующий. Реле формирует частую последовательность импульсов для запуска таймера. Но поскольку таймер работает в режиме одновибратора, на его выходе высокий уровень сохраняется в течение времени, определяемого постоянной времени (1,1RC2). Поскольку таймер перезапускается с каждым сигналом вызова, высокий уровень на его выходе остается в течение 5,5 с после того, как телефон перестает звонить. Значение счетчика увеличивается на единицу всякий раз, когда на выходе таймера устанавливается высокий уровень. Индикатор на светодиоде LED1 показывает, когда телефон звонит и когда на выходе таймера высокий уровень. Сигнал высокого уровня включает оптрон IC3, и счетчик увеличивает свое значение. В этом устройстве можно использовать



любой цифровой или электромеханический счетчик, на работу которого не влияет длительность сигнала запуска.

ПРОСТОЙ ИНДИКАТОР «ТЕЛЕФОН ЗАНЯТ»



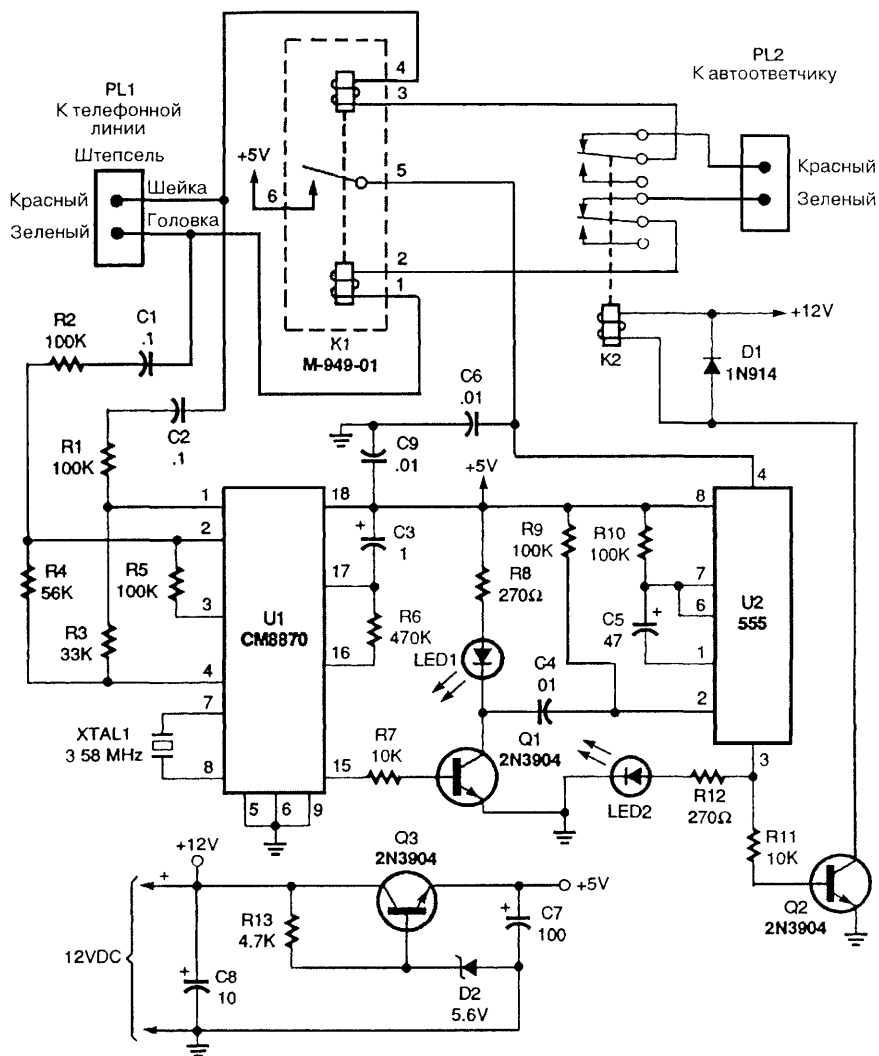
Popular Electronics

Рис. 105.9

В схеме в качестве компаратора напряжения, сравнивающего напряжение телефонной линии с напряжением питания, используется ОУ типа LM741. Когда телефонная линия занята, напряжение в ней падает ниже 9 В, что приводит в действие ОУ, включающий светодиод. Резистор R1 не допускает чрезмерной перегрузки телефонной линии. В варианте, показанном на рис. 105.9, падение напряжения телефонной линии из-за применения схемы составляет около 5 В, рабочее напряжение равно 40–48 В, следовательно, остается небольшой резерв. Резистор R2 ограничивает ток, идущий к светодиоду. При использовании резистора сопротивлением 1000 Ом светодиод будет гореть ярче, но общий ток, потребляемый схемой, увеличится. В режиме ожидания схема потребляет ток 1,38 мА, а когда линия занята – 3,80 мА.

УСТРОЙСТВО ОСТАНОВКИ АВТООТВЕТЧИКА

На рис. 105.10 показана принципиальная схема устройства остановки автоответчика, которое подсоединяется между автоответчиком и любым удобным модульным телефонным гнездом. Когда добавочный телефон на той же самой линии звонит и автоответчик отвечает первым, можно остановить исходящее сообщение и нажатием кнопки на клавиатуре тонального набора телефона установить автоответчик в исходное состояние для ответа на следующий звонок. Напряжение источника питания устройства равно 12 В. Питание поступает на реле K2 с диодом D1, а также на однокаскадный параметрический стабилизатор, состоящий из транзистора Q3, резистора R13 и стабилитрона D2, после которого напряжение 5 В поступает на остальную часть схемы. Штекер PL1 подсоединяется к телефонной линии, провода от него подключены последовательно к реле контроля



Popular Electronics

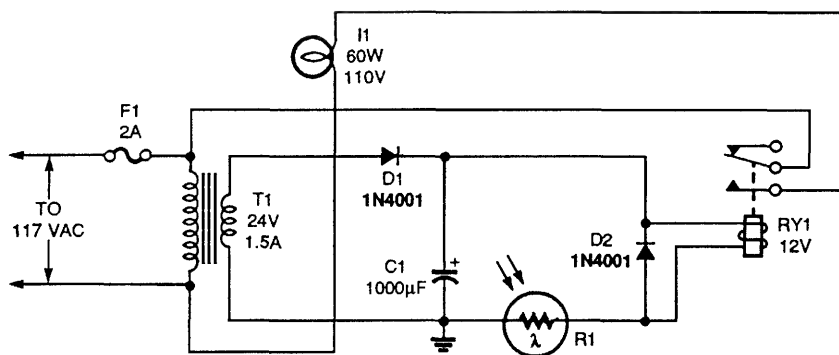
Рис. 105.10

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

состояния линии K1, к реле сигнала отбоя (разъединения линии) K2 и к штепселю PL2, который подсоединен к автоответчику. Микросхема U1 типа CM8870 – приемник двухтоновых многочастотных сигналов (DTMF) – отслеживает наличие в линии DTMF-сигналов. Она содержит внутренний ОУ, позволяющий подключаться к телефонной линии, используя всего лишь пару конденсаторов (C1 и C2) и несколько резисторов. В такой схеме коэффициент усиления по напряжению внутреннего ОУ равен единице. Если подключенный автоответчик отвечает по

линии и сигнал DTMF определяется микросхемой U1, то на ее выходе (выводе 16) устанавливается высокий уровень. Это приводит к тому, что конденсатор C3 начинает разряжаться через резистор R6, и на выходе (выводе 15) устанавливается высокий уровень. Два тоновых сигнала DTMF должны поступить примерно на $1/3$ раньше, чем на выводе 15 установится высокий уровень, это время определяется формулой $t = 0,67RC$, где t – время в секундах, R – сопротивление резистора R6 в омах, а C – емкость конденсатора C3 в фарадах. При выходном сигнале высокого уровня на выводе 15 транзистор Q1 открывается и включает светодиод LED1. Через конденсатор C4 сигнал поступает на микросхему U2 (таймер 555, включенный как одновибратор) и запускает ее. Однако это происходит, только если автоответчик отвечает по линии, потому что при замыкании контактов реле, контролирующего состояние линии K1 на вывод 4 микросхемы U2 приходит питающее напряжение +5 В. Когда U2 запускается, на выводе 3 устанавливается высокий уровень примерно на 5 с, светодиод LED2 загорается и транзистор Q2 открывается. Этого времени должно хватить стандартному автоответчику для того, чтобы обнаружить разъединение линии и переустановить его в исходное состояние для ответа на следующий звонок. Однако продолжительность периода можно изменить с помощью резистора R10 или конденсатора C5. Расчет времени производится по формуле $t = RC$, где t – промежуток времени в секундах, R – сопротивление резистора R10 в омах, а C – емкость конденсатора C5 в фарадах.

ПРОБЛЕСКОВЫЙ СВЕТОВОЙ ИНДИКАТОР ТЕЛЕФОННОГО ЗВОНКА



Popular Electronics

Рис. 105.11

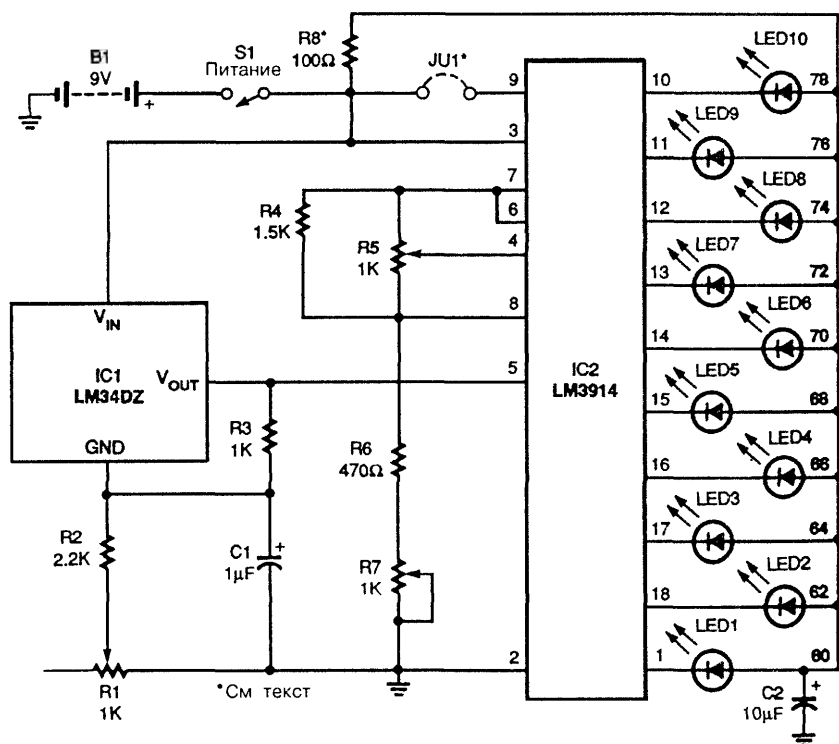
На рис. 105.11 приведена схема светового индикатора. Когда телефон звонит, индикаторная лампа включается и выключается, вызывая ток в фотозаэлементе R1. Следовательно, включается реле RY1, которое замыкает цепь между индикаторной лампой (I1) и линией переменного тока. Поэтому свет лампы L1 (110 В, 60 Вт) загорается синхронно со звонком телефона.

У телефонных систем кнопочного тонального набора можно удерживать вызов (режим HOLD) с любого телефона, подключив универсальную схему блокировки к любому телефонному гнезду. Это устройство совместимо также с любым телефоном, у которого имеется клавиша #. Для того чтобы удержать вызов, нажмите клавишу # и повесьте трубку. Таймер продлевает действие функции # до тех пор, пока трубка, у которой клавиатура встроена в корпус, лежит на рычаге телефона. Сначала схема блокировки улавливает DTMF-сигнал, формируемый при нажатии клавиши #, затем этот сигнал запускает схему, которая частично нагружает телефонную линию таким образом, что центральная телефонная станция «думает», будто трубка все еще снята с телефона, даже если она уже повешена. Схема блокировки остается в рабочем состоянии в течение 5 с после того, как клавиша # отпущена. Таким образом, эту клавишу не нужно удерживать в нажатом состоянии, когда трубка кладется на рычаг. При снятии трубки с какого-нибудь другого телефона, функция блокировки отменяется.

ГЛАВА 106

СХЕМЫ С ТЕРМОЗАВИСИМЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

ПРОСТЫЙ СВЕТОДИОДНЫЙ ТЕРМОМЕТР



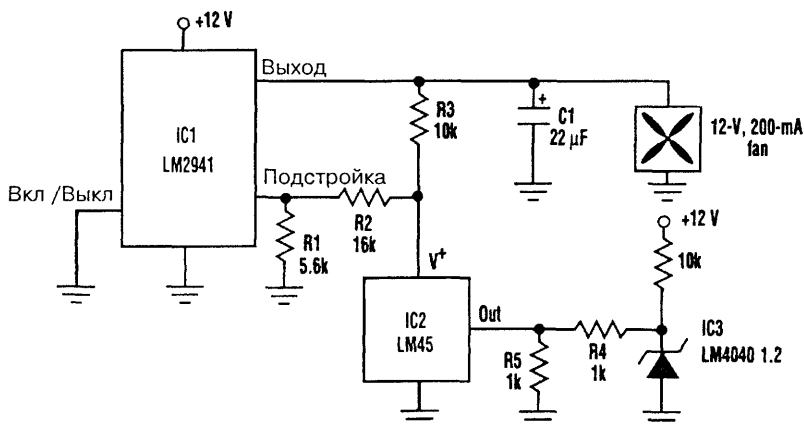
Popular Electronics

Рис. 106.1

Схема, представленная на рис. 106.1, работает от батарейки 9 В, а также от любого источника питания постоянного тока с напряжением 7–10 В. Основной термометра является микросхема IC1 и температурный сенсор типа LM34. Напряжение, формируемое этой микросхемой между выводами V_{OUT} и GND, пропорционально температуре. Несмотря на то, что эта выходная зависимость составляет

30 мВ/°F, микросхему IC1 обычно подключают к цепочке резисторов R1 – R3, обеспечивающей усиление зависимости до 40 мВ/°F. Конденсатор C1 включен параллельно цепочке резисторов R1 – R2 и устраняет возбуждение. Поскольку выходное напряжение микросхемы IC1 используется остальной частью схемы для «определения» комнатной температуры, потенциометр R1 должен быть точно откалиброван. Выходное напряжение IC1 поступает на вход 5 микросхемы IC2 типа LM3914. Именно светодиодный индикатор (шкальный или точечный) на выходе этой ИС отображает текущую температуру. Микросхема IC2 содержит 10 внутренних компараторов, выходы которых подсоединены к светодиодам LED1 – LED10. Входное напряжение сравнивается в микросхеме IC2 с напряжениями между выводами 4 и 6; этот процесс определяет какой или какие светодиоды будут включаться. Можно сделать так, чтобы светодиоды загорались по одному (точечный режим) или ступенчато (шкальный режим). Если переключка JU1 не установлена, то точечный режим отключен. При наличии JU1 микросхема работает в шкальном режиме. В точечном режиме при повышении входного напряжения светодиод, соответствующий более высокой температуре, загорится, а светодиод, горевший ранее, погаснет. В шкальном режиме, когда загорится светодиод, который соответствует более высокой температуре, все светодиоды, соответствующие меньшим температурам, продолжают гореть. У каждого режима есть свои преимущества: в точечном режиме потребляется меньший ток, так как постоянно горит только один светодиод, в шкальном режиме информация нагляднее и потому лучше воспринимается. Развязка со схемой питания светодиодов осуществляется резистором R8 и конденсатором C2. При работе в шкальном режиме рекомендуется уменьшить сопротивление резистора R8 до 15 Ом. Для работы в диапазоне температур 60–78 °F опорное напряжение на выводе 6 должно составлять 3,345 В, а на выводе 4 – 2,545 В. Эти значения можно получить, подстраивая потенциометры R5 и R7.

ВЕНТИЛЯТОР, УПРАВЛЯЕМЫЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ



Для данной схемы требуется всего три ИС для того, чтобы плавно увеличивать скорость вращения вентилятора при превышении установленного порогового значения температуры. Стабилизатор с низким падением напряжения IC1 обеспечивает питание вентилятора и температурного сенсора IC2. Микросхема IC2 подключена к средней точке резисторного делителя напряжения IC3 (источник опорного напряжения). Поскольку ток может вытекать только из выходного каскада микросхемы LM45, ее выходное напряжение будет оставаться на уровне примерно 610 мВ до тех пор, пока температура микросхемы IC2 не превысит 61 °С. Благодаря подключению выхода IC2 к делителю напряжения, с повышением температуры будет резко увеличиваться потребляемый ток (ток питания), который протекает через резистор R1 и влияет непосредственно на выходное напряжение стабилизатора напряжения IC1. Если температура превышает более чем на 20 °С номинальное пороговое значение температуры (61 °С), выходное напряжение стабилизатора возрастает до 12 В и скорость вращения вентилятора достигает максимального значения

ЛИНЕЙНЫЙ РЕГУЛЯТОР ТЕМПЕРАТУРЫ

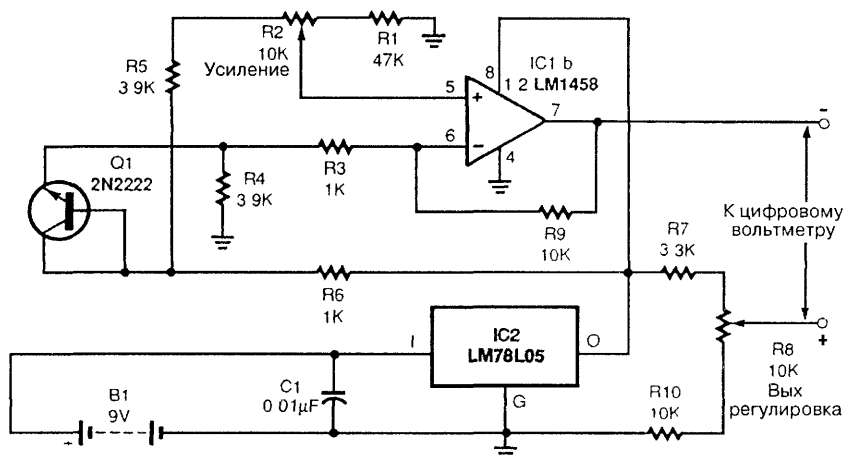
Мощность регулятора, схема которого показана на рис. 106.2, прямо пропорциональна току на управляющем входе (токовая петля 4–20 мА). Колебания напряжения в сети не влияют на отдаваемую регулятором мощность, потому что она пропорциональна на самом высоком значении временной развертки 8,33 мс, при которой исключены температурные пульсации. Схема работает следующим образом: управляющие входные токовые сигналы (4–20 мА) преобразуются ОУ А3 и транзистором Q5 в отрицательные величины 20–100 мкА (I1). Ток I5 (± 20 мкА) корректирует ток I1, и их разность (0–80 мкА) подается на суммирующую точку интегратора А1. Компаратор А4 сравнивает полученное проинтегрированное значение с опорным напряжением 2,5 В с вывода ADJ микросхемы VR1 и, если это значение превышает опорное, выход компаратора включает тиристорный триггерный оптрон типа 3043, и он отпирается. Переключение при переходе через нуль симистора Q8 сводит к минимуму генерируемые помехи. Полупериоды переменного тока, проходящие через симистор Q8, ограничиваются резистором R_L и вызывают ток I2 через светодиод E2. Для балансировки результирующего фототока транзистора Q7 операционный усилитель А2 вырабатывает ток I3, который вызывает компенсирующий ток в оптопаре E1/Q6. Идентичность параметров ИС двоясного оптрона серии 2501-2 гарантирует высокую степень соответствия между токами I2 и I3. Поскольку ток I3 также смещает последовательно включенные диоды Q2 и Q3, напряжение на базе транзистора Q4 будет определяться формулой $2 [X \log (Y \times I_2) + Z]$, где X и Z – константы, общие для всех транзисторов в ИС 3046 (монокристаллической транзисторной матрице), а параметр Y устанавливается потенциометром Fullscale Calibration (установка пределов измерения шкалы). Следовательно, ток эмиттера антилогарифмического транзистора Q4 близок к значению, заданному формулой $(Y \times I_2)^2 / I_6$. При интегрировании интегратором А1 выдается точный прогноз истинного среднеквадратичного значения мощности, рассеиваемой на резисторе R_L. Конечная петля обратной связи требуется для подстройки рабочей характеристики симистора Q8. Это позволяет регулировать выходную мощность, благодаря чему регулятор будет безошибочно и линейно отслеживать сигналы

с управляющего входа 4–20 мА. Значение рабочей мощности для схемы можно выбрать в зависимости от величины тока в контуре 4–20 мА, поэтому нет необходимости использовать другой источник питания

Примечание.

1. Микросхемы A1 – A4 типа LM324.
2. Транзисторы Q1 – Q5 типа LM3046
3. Оптроны Q6 – Q7, E1 – E2 типа PS2501-2.

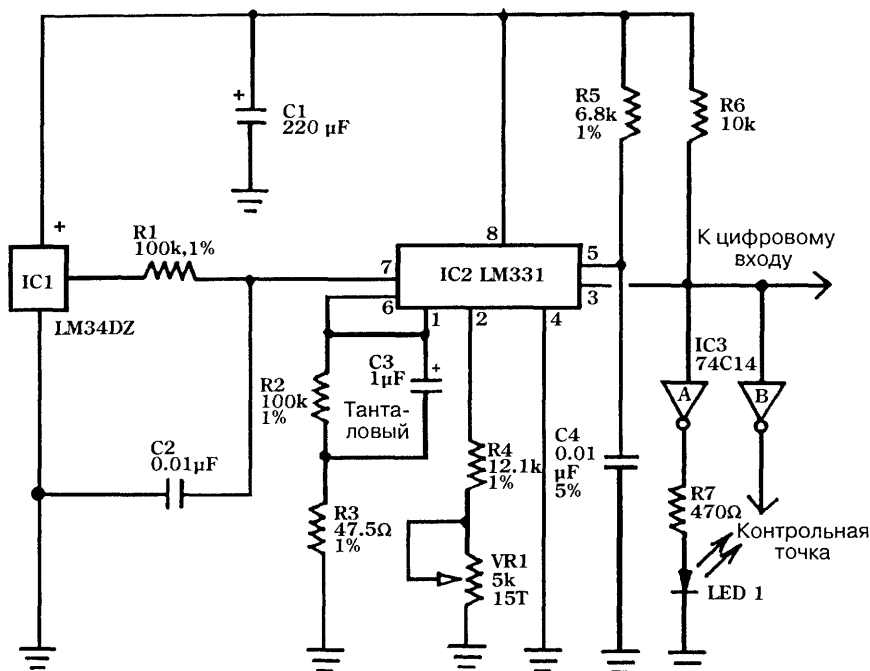
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ АДАПТЕР ДЛЯ ЦИФРОВОГО ВОЛЬТМЕТРА



Popular Electronics

Рис. 106.4

Температурная зависимость устройства, схема которого показана на рис 106 4, составляет 0,01 В/°F. При считывании показаний температуры с дисплея мультиметра (DVM) следует обратить внимание на такую особенность вывод показаний температуры осуществляется с точностью до десятых долей градуса. Например, если температура в комнате 75,5°, то цифровой мультиметр будет показывать значение +0,755 В. Входное напряжение на ОУ IC1 поступает с транзистора Q1, используемого в этой схеме в диодном включении. Для индикации температуры измеряется падение напряжения. Источником фиксированного напряжения +5 В для схемы является маломощный стабилизатор IC2, ИС типа LM78L05. Падение напряжения на транзисторе Q1 усиливается ОУ IC1 типа LM1458, а затем выходной сигнал поступает на выводы цифрового модуля DVM. Клемма «+» мультиметра подключается к выводу 7 ИС IC1, а клемма «-» – к «земле». Потенциометр R2 следует отрегулировать так, чтобы считывались значения в пределах 2,5–3 В. Выход адаптера следует подсоединить к мультиметру, на котором установлен предел измерения 2 В постоянного тока. Потенциометр R8 настраивают так, чтобы мультиметр считывал значения как стабильный термометр, не учитывая десятичную точку

СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЧАСТОТУ

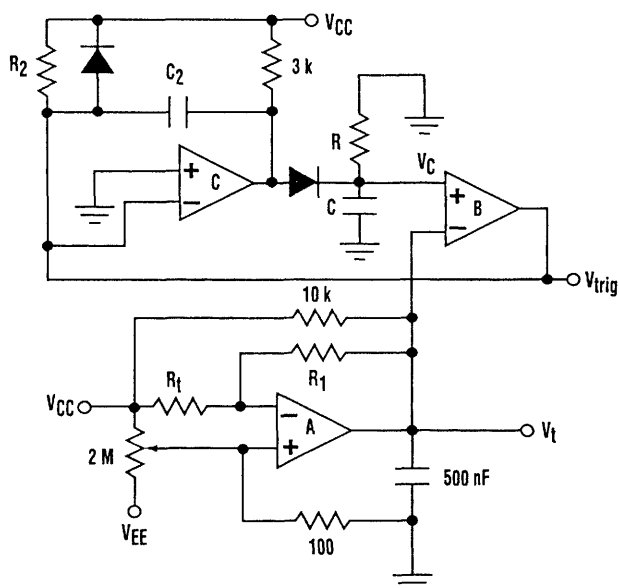
Nuts and Volts

Рис. 106.5

Напряжение на выходе микросхемы IC1 зависит от температуры, выраженной в градусах по Фаренгейту. Это напряжение поступает на преобразователь напряжение/частота, ИС типа LM331, через прецизионный резистор R1 (см. рис. 106.5). Внутри микросхемы IC2 находятся коммутируемый источник тока, входной компаратор и таймер-одновибратор. Входной компаратор вырабатывает импульс запуска, если напряжение на выводе 7 превышает напряжение на выводе 6. Это происходит путем сравнения двух напряжений, одно из которых поступает от внутреннего коммутируемого источника тока, а другое – с входа. Коммутируемый источник тока заряжает конденсатор C3. Когда компаратор включается и вырабатывает импульс запуска, то приводится в действие генератор одиночных импульсов, который выдает положительный импульс, отпирающий выходной транзистор. Генератор одиночных импульсов включает коммутируемый источник тока на период времени, равный $1,1 R5C4$. Конденсатор C1 заряжается до тех пор, пока его напряжение не превысит входное напряжение, и компаратор не переустановится; таким образом выходной транзистор будет заперт. Конденсатор C3 разряжается через резистор R2 за интервал времени, зависящий от величины обоих компонентов. Затем входной компаратор и генератор одиночных импульсов переустанавливаются, и следующий цикл будет реализован, как только на вход поступит

достаточное напряжение. Резистор R4 и потенциометр VR1 устанавливают такой выходной ток в источнике стабильного тока, чтобы конденсатор C3 мог зарядиться от него. Таким образом, регулируя потенциометр VR1, можно указывать «диапазон срабатывания» этой микросхемы. Два элемента микросхемы IC3 (шесть триггеров Шмитта) используются для согласования выхода ИС IC2 с дополнительной цифровой нагрузкой и со светодиодом. Но необходимо помнить: уровень логической единицы на выходе микросхемы IC3 составляет 9 В, а не 5 В, соответствующий ТТЛ уровню логической единицы, а все неиспользуемые входы должны быть заземлены, чтобы не возникало самовозбуждения, которое приведет к неправильной работе схемы.

ЛИНЕЙНАЯ СХЕМА СЧИТЫВАНИЯ



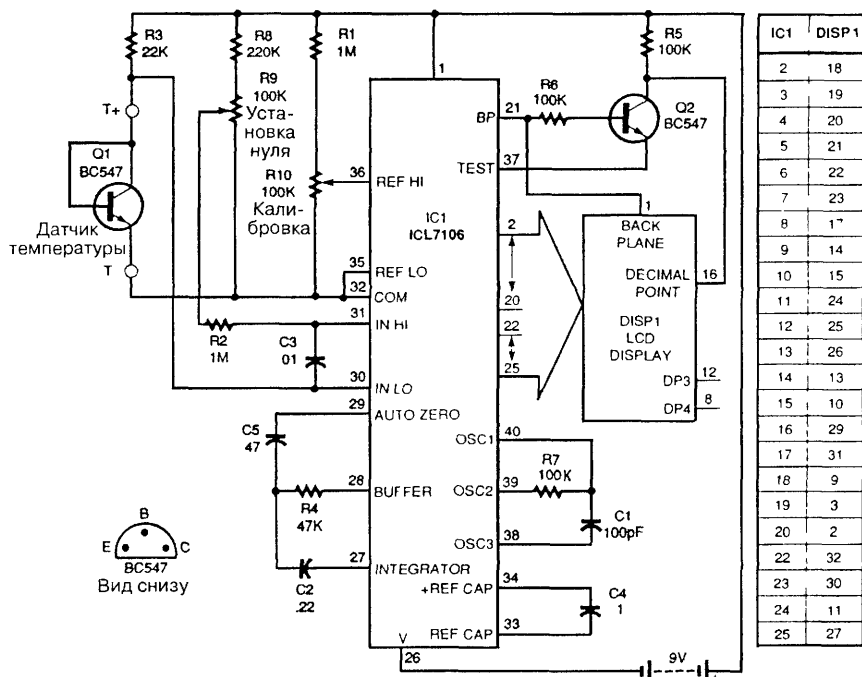
Electronic Design

Рис. 106.6

Термисторы применяются в устройствах, связанных с температурной чувствительностью. Особенность термисторов в том, что их сопротивление не является линейной функцией температуры. Однако есть способ, который позволяет вырабатывать цифровой сигнал с частотой, прямо пропорциональной температуре, даже при использовании термисторов. Весь активный блок этого устройства может быть реализован с помощью частичного применения ИС LM339 (рис. 106.6). Компаратор А работает как ОУ, выдающий напряжение (V_T), обратно пропорциональное сопротивлению термистора R_T . Напряжение V_T выступает в качестве порогового для релаксационного генератора, образованного компараторами В и С.

Компаратор В отслеживает напряжение на интегрирующем конденсаторе (V_C). Когда оно превышает напряжение V_T , мультивибратор, образуемый компаратором С, запускается сигналом V_{TRIG} . Выходной сигнал компаратора С устанавливает в исходное состояние интегрирующий конденсатор в течение времени t_0 , где $t_0 = (R2 + 3 \text{ кОм}) C2$. Затем цикл повторяется. Линейность схемы достигается благодаря тому, что экспоненциальная нелинейность термистора компенсируется экспоненциальным спадом напряжения релаксационного генератора.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ТЕРМОМЕТР



Electronic Experimenters Handbook

Рис. 106.7

Примечание. Номиналы конденсаторов, кроме $C1$, указаны в микрофарадах (мкФ).

Микросхема аналогового мультиметра ICL7106 (см. рис. 106.7) – это трехразрядный преобразователь из аналоговой формы в цифровую, разработанный фирмой Harris Semiconductors. Он считывает изменения падения напряжения ($-2,2 \text{ мВ}/^\circ\text{C}$) на переходе транзистора типа BC547. Калибровка проводится с помощью резисторов $R9$ и $R10$. Напряжение на датчике температуры, в качестве которого используется транзистор $Q1$ в диодном включении, зависит от температуры окружающей среды. Входное напряжений стандартной схемы включения ИС составляет

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМПЬЮТЕРА

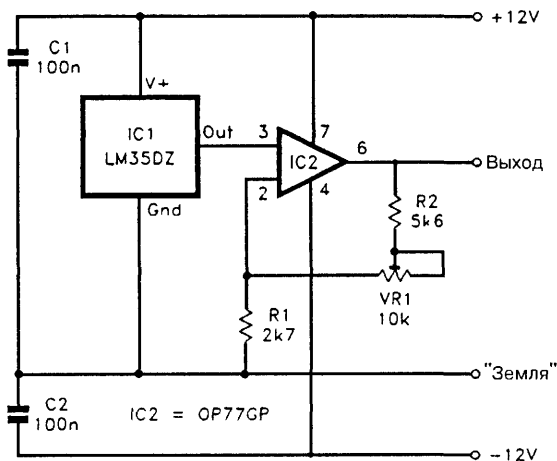


Рис. 106.8

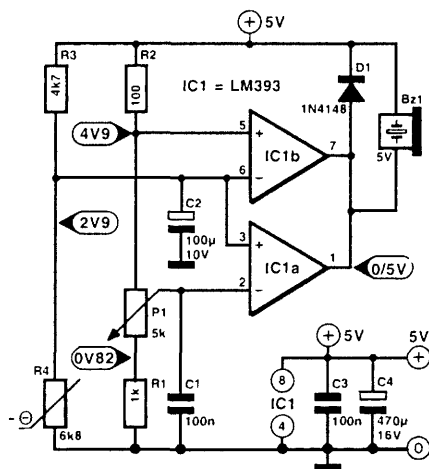
Далее приведена программа, написанная на языке GW Basic или Q Basic, с помощью которой считываются показания температурного сенсора и соответствующие значения выводятся на экран:

```

10 REM BASIC TEMPERATURE PROGRAM
20 CLS
30 OUT &H37A, 1
40 OUT &H37A, 0
50 X = INP(&H379) AND 120
60 X=X / 8
70 OUT &H37A, 4
80 Y=INP(&H379) AND 120
90 Y=Y*2
100 Z=X+Y
110 Z=Z / 5
120 Z=Z-11
130 PRINT Z "Degrees C "
140 FOR DELAY=1 TO 20000
150 NEXT DELAY
160 A$=INKEYS
170 IF LEN(A$)=1 THEN END
180 CLS
190 GOTO 30

```

СХЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ



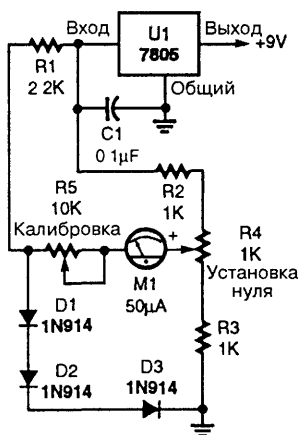
Elektor Electronics

Рис. 106.9

В этой схеме в качестве температурного сенсора используется резистор R4 с отрицательным температурным коэффициентом; сопротивление такого резистора уменьшается при повышении его температуры. Резисторы R3 и R4 являются частью измерительного моста, регулируемое плечо которого состоит из резисторов R1, R2 и потенциометра P1. Измерительная диагональ моста подключена к входам

компаратора IC1a. Напряжение на инвертирующем входе IC1a устанавливается с помощью потенциометра P1 и выбирается таким образом, чтобы его уровень при нормальной температуре был чуть ниже уровня на неинвертирующем входе. При повышении температуры сопротивление резистора R4 падает. Это приводит к изменению состояния компаратора (оно переключается на низкое), в результате пьезозуммер подает сигнал. Необходимо следить за тем, чтобы напряжение на измерительной диагонали моста не падало ниже 3,5 В, что предотвратит выход за рамки динамического диапазона синфазного сигнала микросхемы LM393. Резистор с отрицательным температурным коэффициентом может быть равным 5 или 10 кОм и должен находиться в контакте с источником тепла. Потенциометр P1 следует установить таким образом, чтобы после того, как часть прибора или весь прибор, с помощью которого осуществляется мониторинг (отслеживание) температуры, достигнет нормальной рабочей температуры, зуммер перестал подавать сигналы. В этом приборе следует использовать пятивольтовый зуммер.

СХЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ



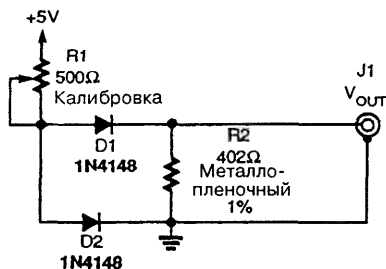
Popular Electronics

Рис. 106.10

Измеритель температурных колебаний разработан для улавливания небольших изменений температуры, что позволяет более точно выравнивать температурный режим.

ИСТОЧНИК НИЗКОГО ОПОРНОГО НАПЯЖЕНИЯ С ТЕМПЕРАТУРНОЙ КОМПЕНСАЦИЕЙ

Для получения термокомпенсированного напряжения на резисторе R2 используются два идентичных диода (рис. 106.11). Они должны быть изготовлены одной

*Popular Electronics***Рис. 106.11**

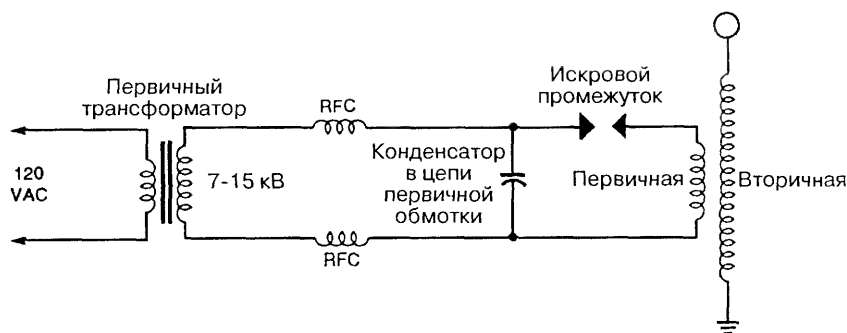
фирмой, иметь одинаковую разность падения напряжения, например в 10 мВ при одинаковых токах. В этом случае выходной сигнал будет компенсироваться, так как у обоих диодов будут одинаковые температурные коэффициенты (диоды одного типа).

ГЛАВА 107

СХЕМЫ

ТРАНСФОРМАТОРОВ ТЕСЛА

ТРАНСФОРМАТОР ТЕСЛА



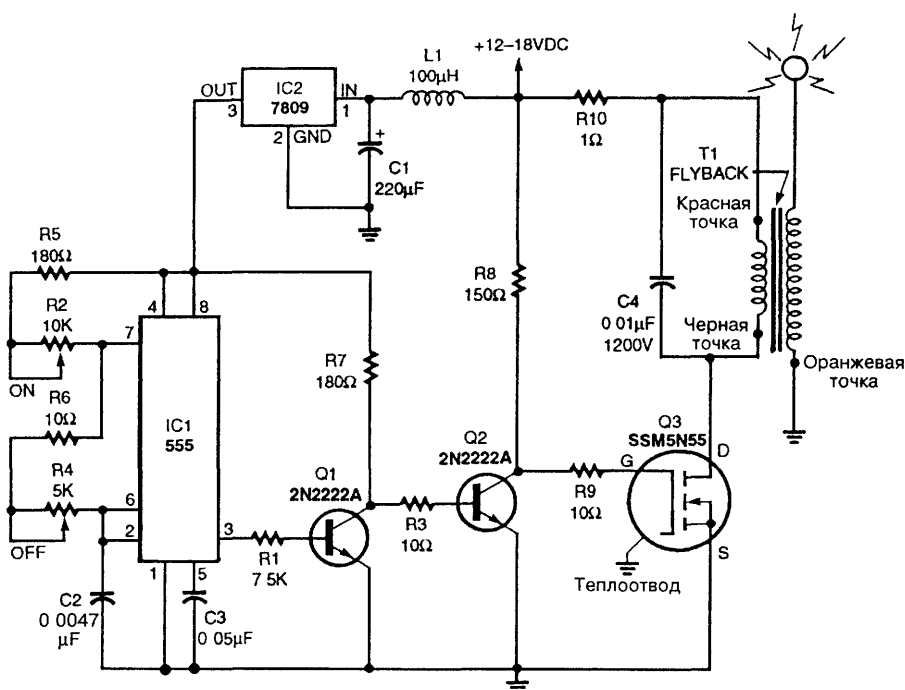
Electronics Now

Рис. 107.1

Традиционный трансформатор Тесла подключается, как показано на рис 107 1. Первичный высоковольтный и высокочастотный конденсатор, обычно емкостью 500–5000 пФ, и первичная обмотка должны резонировать на частоте, близкой к резонансной частоте вторичной обмотки.

ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СХЕМА ТРАНСФОРМАТОРА ТЕСЛА

В качестве маломощного трансформатора Тесла можно использовать телевизионный строчный трансформатор. Представленная схема состоит из импульсного генератора, мощной ключевой схемы и высоковольтного трансформатора (см рис. 107.2). Временной интервал, в течение которого на выводе 3 отсутствует выходной сигнал, устанавливается резисторами R1 и R2. Последние вместе с резисторами R3 и R4 задают время пребывания во включенном состоянии (наличие сигнала). Катушка индуктивности L1 и стабилизатор на ИС IC2 образуют источник бесперебойного стабилизированного питания для импульсного генератора на основе ИС таймера типа 555. В качестве буферного элемента используется транзистор Q1.



Electronics Now

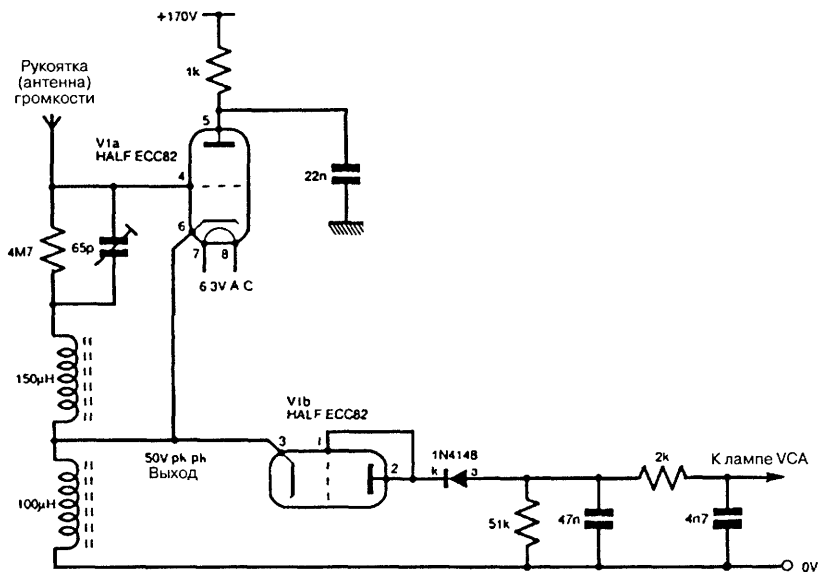
Рис. 107.2

С помощью резистора R6 устанавливается время нарастания сигнала, определяемое постоянной времени, на которую влияют сопротивление резистора R6 и емкость затвора транзистора Q3. Чтобы первичная обмотка трансформатора T1 не вышла из строя из-за протекания чрезмерного тока, он ограничивается резистором R10. ЭДС самоиндукции, генерируемая в первичной обмотке трансформатора T1, расходуется на конденсатор C4. Импульсный сигнал с ИС IC1 поступает на транзистор Q1, подающий большой ток, необходимый для компенсации большой емкости затвора транзистора Q3. ЭДС первичной обмотки частично поглощается конденсатором C4, что уменьшает воздействие на транзистор Q3. Благодаря всплеску напряжения, возникающему во вторичной обмотке, образуются затухающие колебания; когда они начинают затухать, транзистор Q3 отпирается снова. Вследствие этого происходит бросок энергии на конденсатор C4, и в трансформаторе T1 возникает магнитное поле. Если временные интервалы наличия и отсутствия импульса в последовательности импульсов равны (установлены правильно), то вторичная обмотка генерирует высокочастотный ток высокого напряжения и почти постоянной величины (силы тока).

ГЛАВА 108

СХЕМЫ ТЕРМЕНА

СХЕМА РЕГУЛИРОВКИ ГРОМКОСТИ ТЕРМЕНА НА ЭЛЕКТРОННО-ВАКУУМНЫХ ЛАМПАХ



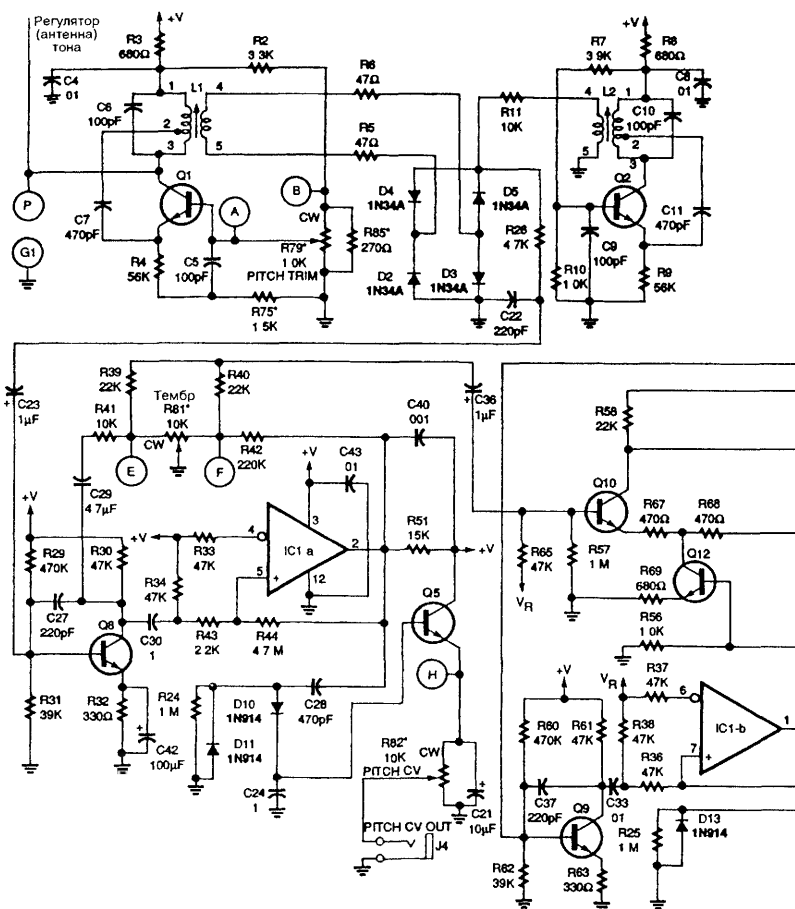
Everyday Practical Electronics

Рис. 108.1

Коэффициент усиления громкости регулируется с помощью изменяемого отрицательного сеточного смещения в каскаде звукового усилителя. С помощью выпрямителя генератор формирует отрицательное напряжение постоянного тока. Когда рука приближается к антенной пластине управления громкостью, возрастает нагрузка генератора, из-за чего уменьшается выходной сигнал и, следовательно, выходной сигнал постоянного тока. Это означает, что увеличивается коэффициент усиления для регулируемого каскада усиления звука.

ЭЛЕКТРОННО-МУЗЫКАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

В схеме Термена используются несколько ВЧ генераторов, подсоединенных к антеннам. Они служат и для генерации сигналов звуковой частоты, и для изменения громкости извлеченной ноты. Высота тона генерируемого звука определяется



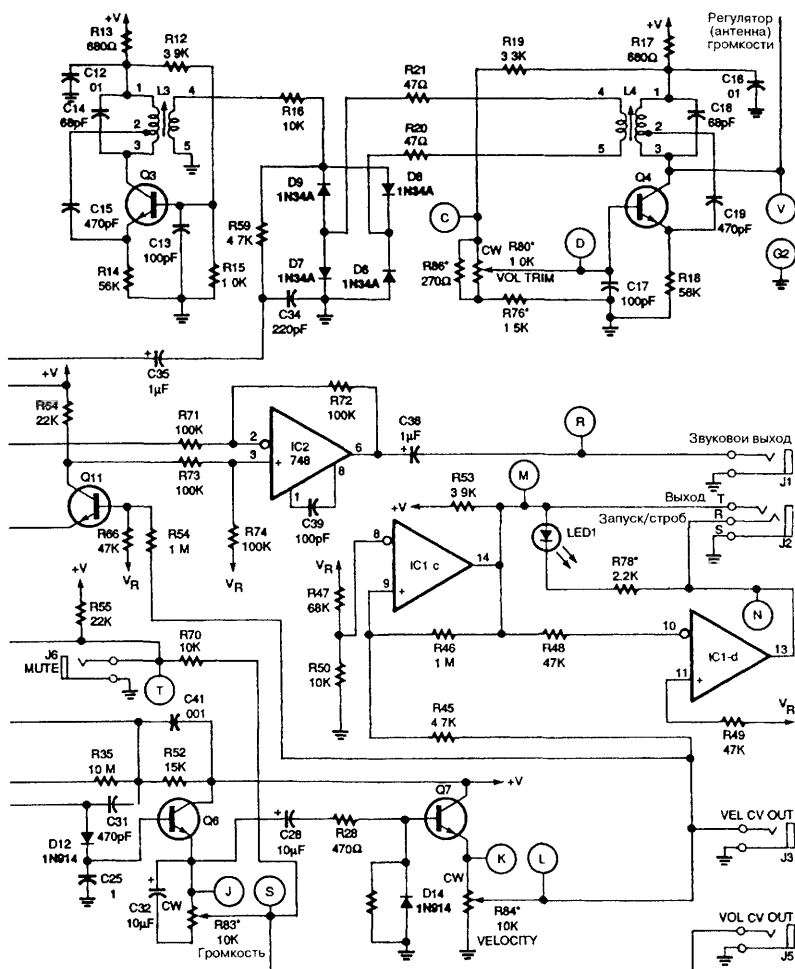
Electronics Now

Рис. 108.2 (1 из 2)

наложением колебаний двух генераторов с фиксированной и изменяемой частотой, а громкость регулируется с помощью двух генераторов, в которых частота генерируемых биений используется для получения управляющего напряжения в схеме регулировки звука

СХЕМА ТЕРМЕНА

Звук, издаваемый терменвокс, формируется смешиванием сигналов двух ВЧ генераторов (рис 108.3) Извлекаемая нота – это разность частот данных сигналов

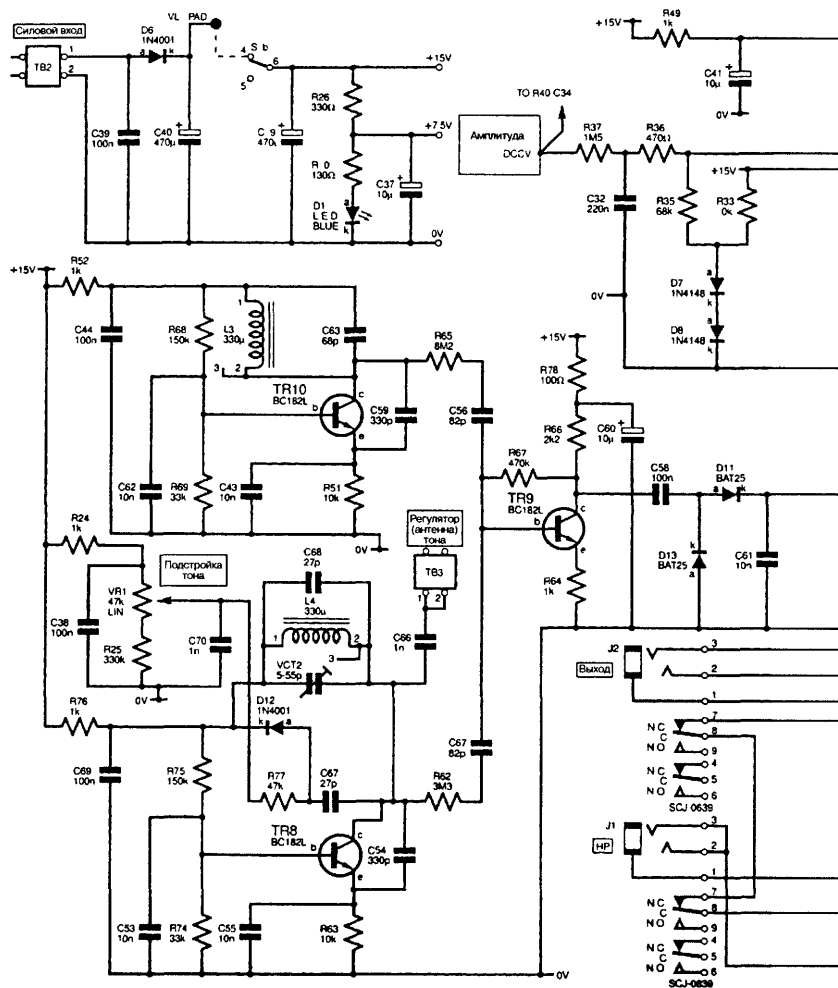


Electronics Now

Рис. 108.2 (2 из 2)

Примечание. Все транзисторы типа 2N4124

Еще один генератор используется для получения сигнала регулировки громкости, который изменяет уровень выходного сигнала звуковой частоты. Два или более генератора подсоединены к коротким внешним стержневым или плоским антенным электродам, которые являются элементами управления прибором. Извлечение звука происходит при движении объекта (рук человека) в непосредственной близости от этих антенн. Если освоиться и понять, как нужно двигать руками, с помощью такого прибора можно получать различные интересные звуки и создавать музыкальные произведения.

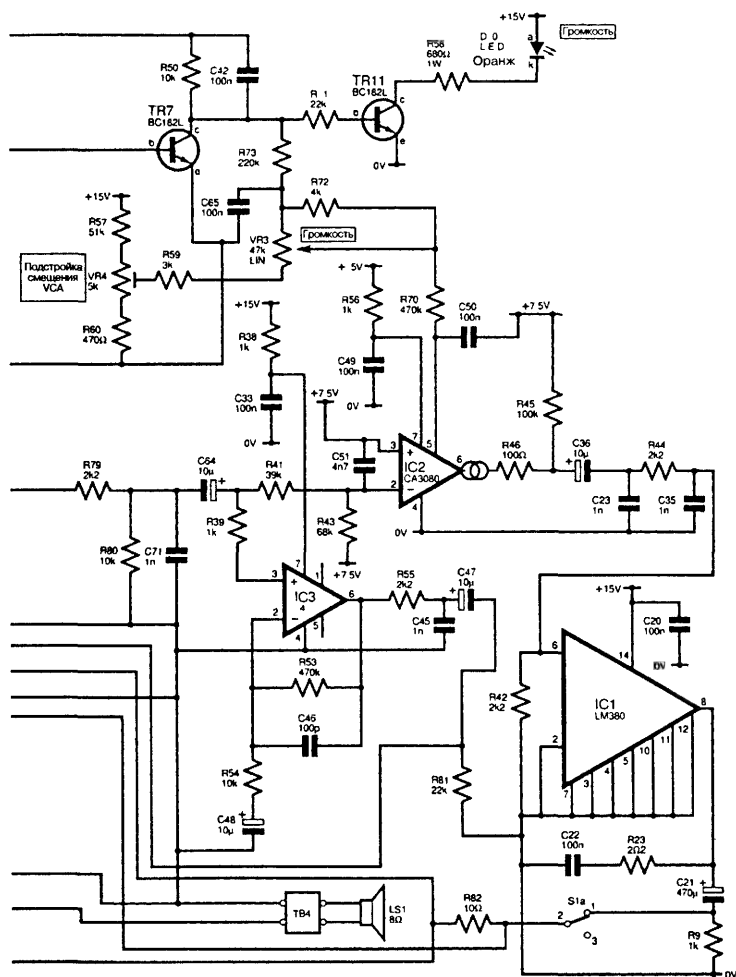


Everyday Practical Electronics

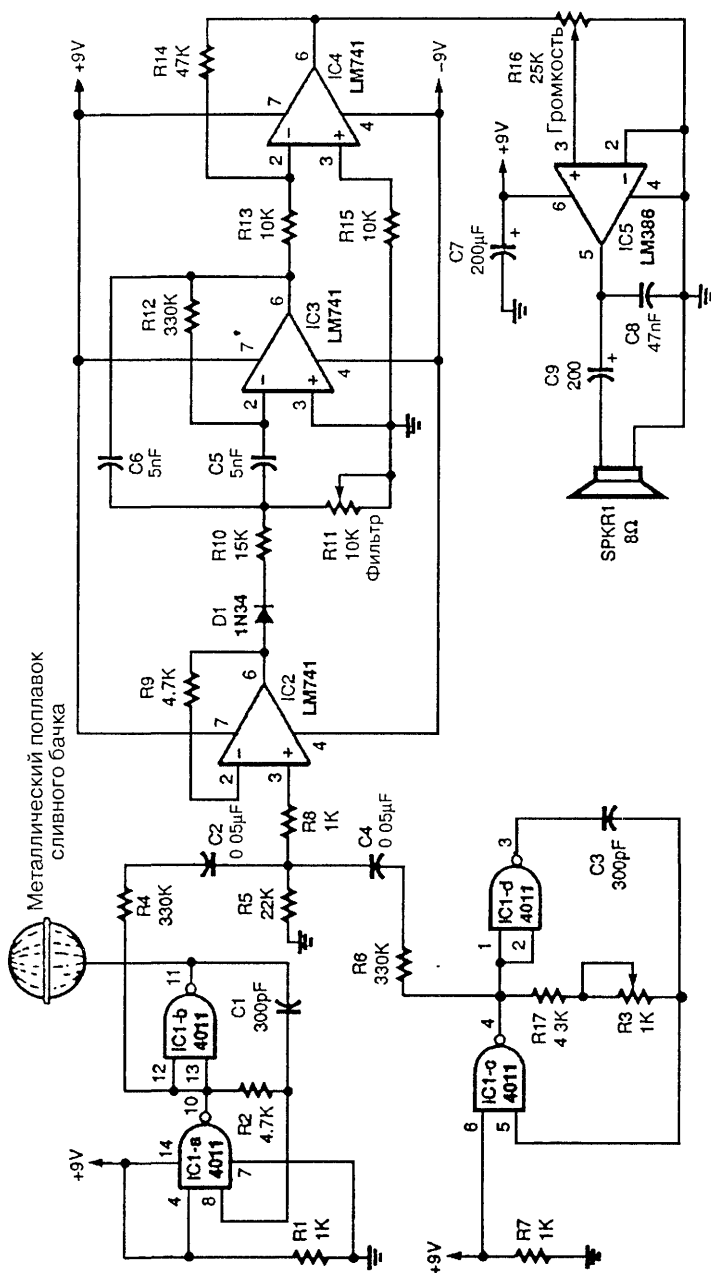
Рис. 108.3 (1 из 2)

ОДНОКРИСТАЛЛЬНАЯ СХЕМА ТЕРМЕНА

Обычно в схеме Термена используются два отдельных индуктивно-емкостных трехточечных генератора с емкостной связью, частота одного из них может немного изменяться. Две частоты этих генераторов смешиваются и демодулируются для выявления частоты биений. В случае, если частоты обоих генераторов равны, биения или звуковой сигнал не возникают, но если частоты различаются, например, когда человек, играя на инструменте, держит руку близко от антенны, возникает



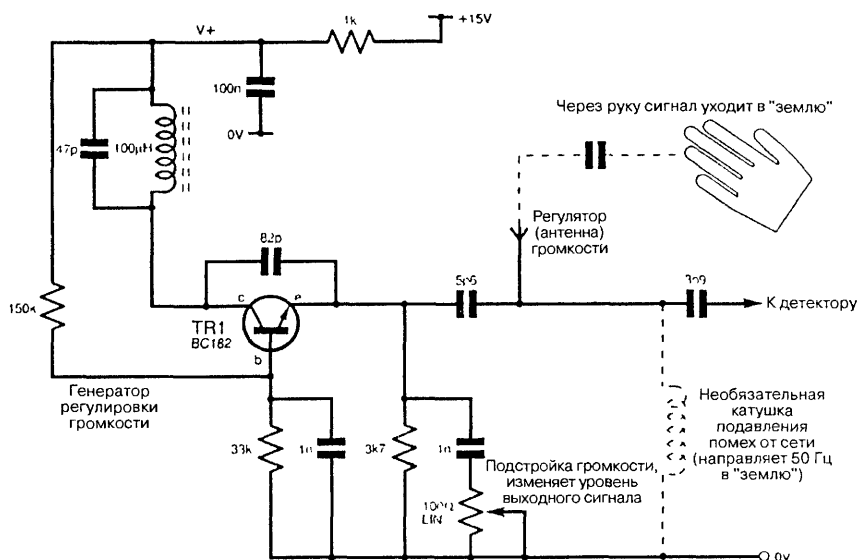
разностная частота или частота биений, которая и является выходным звуковым сигналом терменвокса. Микросхема IC1 типа 4011 (4 логических элемента 2И-НЕ) – основа данного устройства (рис 108 4) Два логических элемента используются в каждом из двух требуемых генераторов, работающих с частотой 250 кГц. В качестве антенны можно применить поплавков от туалетного сливного бачка. При его использовании чувствительность гораздо выше, чем в случае ленты из провода. Два ВЧ сигнала смешиваются, затем усиливаются микросхемой ОУ IC2 (LM741). Звуковой сигнал детектируется диодом D1 типа 1N34. Другая микросхема LM741 (IC3)



Примечание. Номиналы конденсаторов, кроме C1 и C3, указаны в микрофарадах (мкФ).

служит в качестве настраиваемого полосового фильтра; а еще одна микросхема этого же типа (IC4) усиливает звуковой сигнал перед тем, как он поступит на ИС IC5, звуковой усилитель LM386.

СХЕМА РЕГУЛИРОВКИ ГРОМКОСТИ УСТРОЙСТВА ТЕРМЕНА



Everyday Practical Electronics

Рис. 108.5

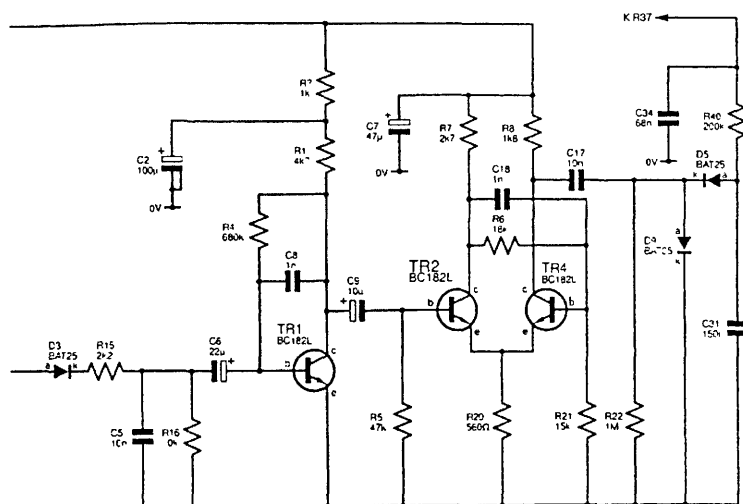
На схеме, показанной на рис. 108.5, представлен емкостный делитель напряжения с регулятором громкости генератора с фиксированной частотой. Благодаря тому, что рука человека обладает электрической емкостью, ВЧ сигнал поступает в каскад детектора, из-за чего выходной сигнал детектора уменьшается. Этот сигнал используется для регулировки коэффициента усиления звука.

УЗЕЛ РЕГУЛИРОВКИ ГРОМКОСТИ ТЕРМЕНВОКСА

Когда человек играет на терменвоксе, благодаря емкости руки ВЧ сигнал поступает в каскад детектора. В результате уменьшения его выходного сигнала регулируется коэффициент усиления звукового усилителя в генераторе тона.



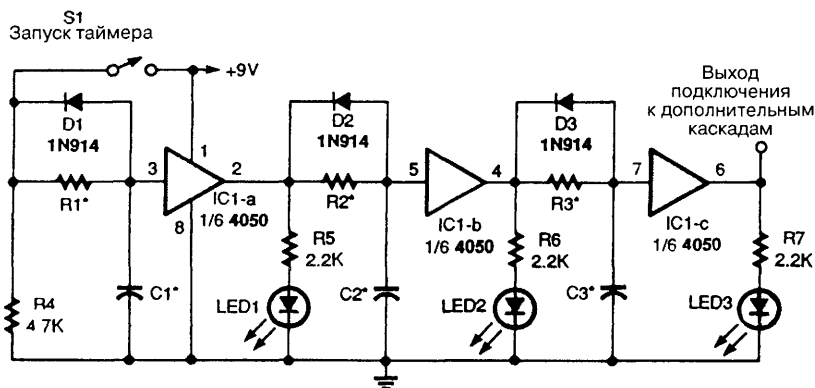
Рис. 108.6 (1 из 2)



ГЛАВА 109

ТАЙМЕРЫ

ТАЙМЕР CD4050

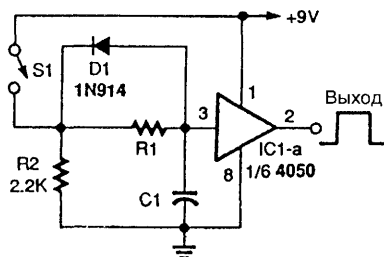


Popular Electronics

Рис. 109.1

Для получения трех последовательных временных задержек в схеме используют три каскада. Временная задержка для каждого из них близка к значению, определяемому выражением $1,1R_N C_N$. Диод D_N позволяет быстро устанавливать каскад N в исходное состояние (Сброс).

ДЕШЕВЫЙ ТАЙМЕР



Popular Electronics

Рис. 109.2

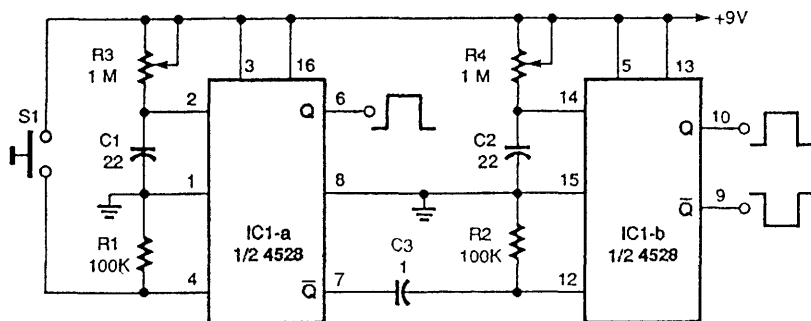
Эта схема представляет собой недорогой таймер. Принцип его действия следующий: когда переключатель S1 замыкается, конденсатор C1 начинает заряжаться через резистор R1 от источника питания 9 В. Когда на входе трехбуферного усилителя достигается величина напряжения, равная примерно 70% от напряжения питания, на его выходе устанавливается высокий уровень на время, определяемое функцией задержки. До тех пор пока переключатель S1 замкнут, на выходе 2 микросхемы IC1 будет оставаться высокий уровень выходного сигнала. Размыкание переключателя S1 приведет к сбросу таймера (установке в исходное состояние), так как это позволит конденсатору C1 разряжаться через диод D1 и резистор R2.

ТАЙМЕР С БОЛЬШИМ ИНТЕРВАЛОМ ОТСЧЕТА

Основным элементом схемы является КМОП микросхема (IC3 типа 7240) программируемого таймера, точность ее составляет 0,5%. Схема на рис. 109.3 содержит тактовый генератор, частота которого определяется резистором и конденсатором и равна величине RC секунд. Следовательно, задав максимальное сопротивление резистора равным 10 МОм, а максимальную емкость конденсатора – 1000 мкФ, можно получить период времени в 10000 с (2,8 ч). Кроме того, в микросхеме IC3 есть 8-разрядный делитель. Полный период, которого можно достичь, увеличивается в 127 раз, что составляет уже более 14 дней. Переключатель S1 служит для включения питания, его наличие в схеме необязательно. При замыкании переключателя S2 таймер начинает отсчет времени, при этом генерируется короткий импульс низкого уровня, который поступает на вход 11 микросхемы таймера IC3. В нормальном состоянии на выходе таймера формируется напряжение высокого уровня, но в течение всего интервала отсчета на выходе устанавливается низкое напряжение. Продолжительность этого интервала выбирается с помощью поворотного переключателя S3. Выводы 1–8 микросхемы IC3 являются выходами 8-разрядного делителя, при сбросе счетчика на них устанавливается высокий уровень. В течение времени отсчета выходной сигнал на выходах меняется в соответствии с инвертированной двоичной последовательностью. Через резистор R5 эти выходы соединены со входом «Сброс» (вывод 10), и таким образом счетчик устанавливается в исходное состояние по окончании интервала отсчета. Первый логический каскад состоит из двух логических элементов ИЛИ-НЕ (а и б) и логического элемента И-НЕ, части ИС IC1 4011 (d), включенного как инвертор. С помощью этих логических элементов определяются два состояния. Выходной сигнал высокого уровня либо на входе 8, либо 9 приводит к тому, что на выходе логического элемента IC2с (вывод 10) устанавливается низкий уровень. Следовательно, низкий уровень формируется на входе RST («Сброс») ИС IC4. Микросхема IC4 – это 14-разрядный счетчик со встроенным генератором, который начинает генерировать колебания при низком уровне на выводе «Сброс». Частота этого генератора равна примерно 25 кГц; в результате деления на выход 7 поступает сигнал частотой 1,6 кГц (сигнал высокого тона), а на выход 6 – 200 Гц (низкого тона), а также дополнительные сигналы на выходе 1 с частотой 6 Гц (обеспечивает

короткий звуковой сигнал) и на выходе 3 с частотой 1,5 Гц (длинный звуковой сигнал) Последний логический блок состоит из элементов, с помощью которых осуществляется генерирование короткого сигнала высокой частоты, управляющего красным светодиодом D1 через транзистор TR2, и длинного сигнала низкой частоты, поступающего на зеленый светодиод D2 через транзистор TR3 Оба сигнала, усиленные транзистором TR1, преобразуются в звук громкоговорителем LS1

КМОП ТАЙМЕР CD4528



Popular Electronics

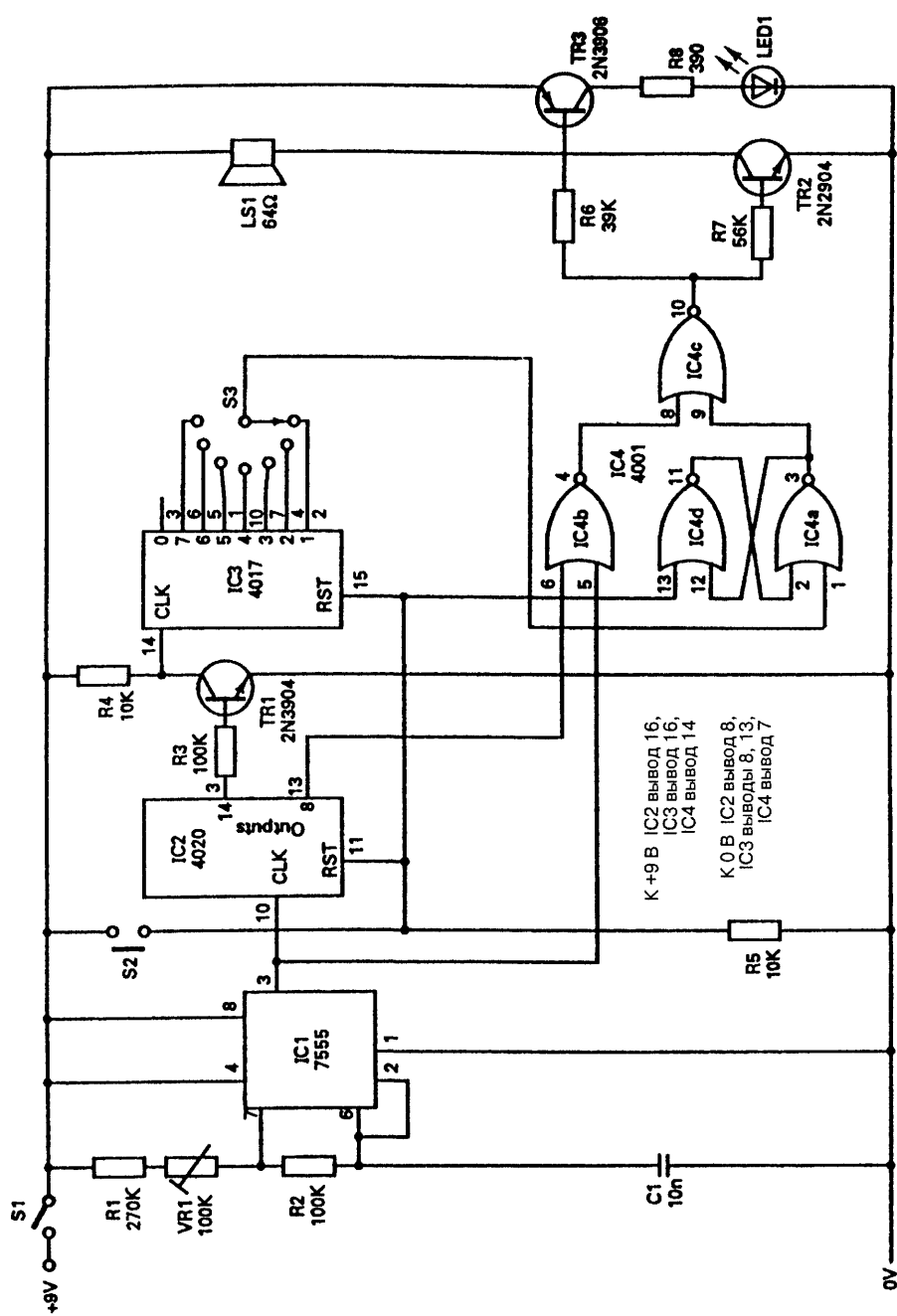
Рис. 109.4

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

КМОП таймер типа 4528 можно легко соединять с другими такими же таймерами. Интервал отсчета в схеме определяется величинами R_1C_1 и R_2C_2 .

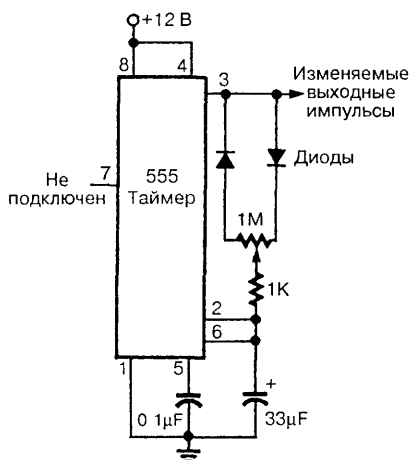
ТАЙМЕР СО ЗВУКОВОЙ ИНДИКАЦИЕЙ

Благодаря тому что деление частоты генератора (мультивибратора) позволяет получить относительно большие интервалы времени, можно сделать таймер со звуковой индикацией. Здесь используется хорошо известная ИС таймера 555. Предварительно подстроив потенциометр VR1, устанавливают частоту 273 Гц. Этот сигнал делится 14-разрядным счетчиком IC2 и является предупредительным. Сигнал частотой примерно 1 Гц с выхода 8 счетчика используется для того, чтобы сделать сигнал предупреждения прерывистым. На выходе 14 этой микросхемы путем деления тактовой частоты генератора на 2^{14} (16384) формируется один импульс в минуту, то есть 1/60 Гц, и инвертированный транзистором TR1 сигнал поступает на вход синхронизации второго счетчика, IC3. На выходах этого счетчика поддерживается высокий логический уровень, за исключением одного выхода, на котором при данном шаге счета формируется низкий уровень. При сбросе счетчика на выходе 0 формируется высокий уровень. Во время поступления следующего положительного тактового импульса на выходе 0 устанавливается



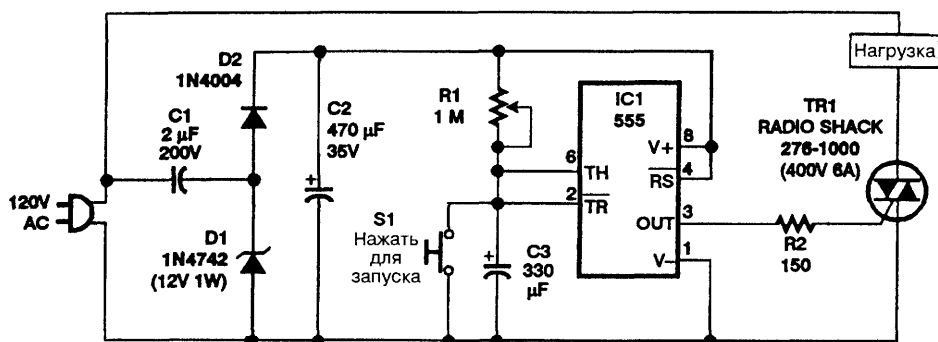
низкий уровень, а на выходе 1 – высокий. При каждом последующем тактовом импульсе высокого уровня на выходах 0–7 поочередно формируется высокий уровень, затем цикл повторяется. С помощью поворотного переключателя S3 выбирается выход, который будет использоваться для окончания периода отсчета. Установка схемы в исходное состояние (сброс) осуществляется нажатием кнопочного переключателя S2; оба счетчика, а также триггер, образованный логическими элементами IC4a и IC4b, устанавливаются в исходное состояние (сбрасываются). Это приводит к запираанию транзистора TR2, в нагрузке которого включен громкоговоритель, а транзистор TR3 открывается, зажигая светодиод. Пока кнопка сброса нажата, на выходе ИС IC2 (вывод 3) сохраняется низкий уровень, и транзистор TR1 остается закрытым. Значение счетчика (IC2) увеличивается каждую минуту до тех пор, пока на выходе, выбранном при помощи переключателя S3, не установится высокий уровень. На триггере при поступлении этого сигнала формируется высокий уровень. В результате из громкоговорителя прозвучит сигнал частотой 273 Гц, пульсирующий с частотой 1 Гц, одновременно с ним включится светодиод. Поскольку отношение длительностей положительного и отрицательного импульсов на выходе генератора велико, светодиод будет гореть почти на полную яркость в течение периодов включения.

ТАЙМЕР С ИЗМЕНЯЕМОЙ СКВАЖНОСТЬЮ



Эта схема, основным элементом которой является таймер типа NE555, обеспечивает выходной сигнал с изменяемой скважностью.

СЕТЕВОЙ ТАЙМЕР С ВЫДЕРЖКОЙ 5 МИН



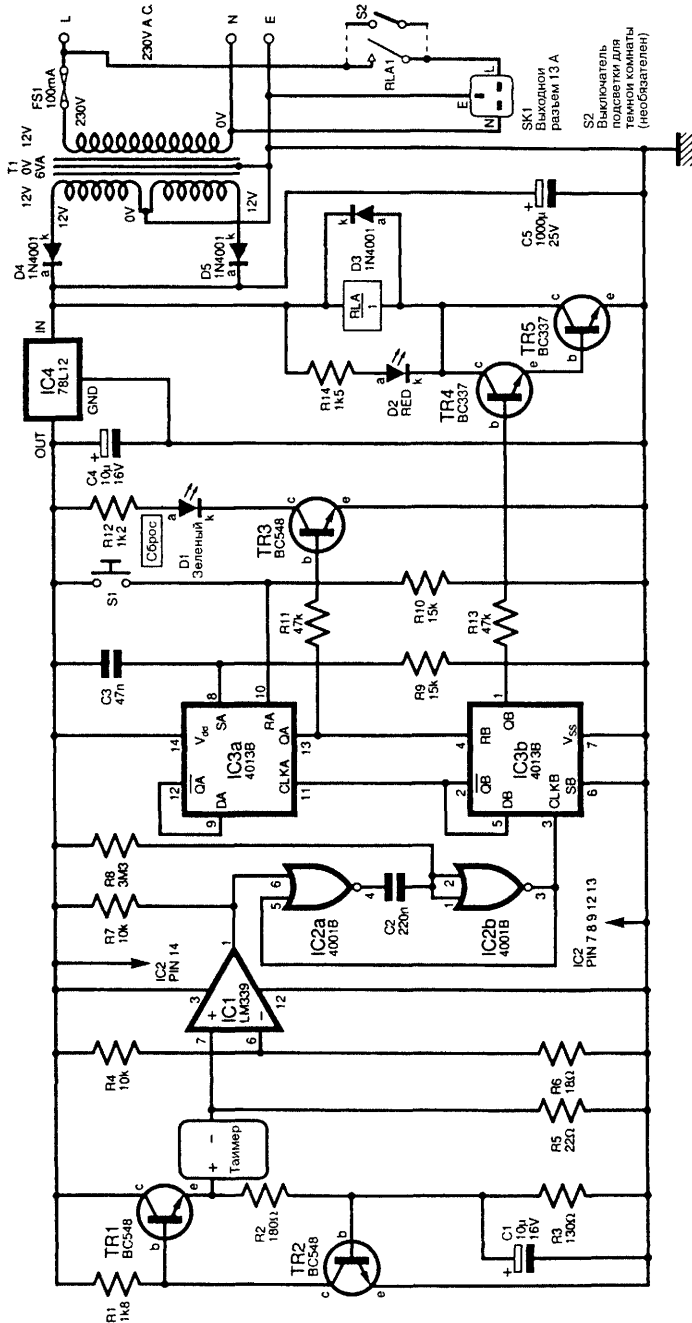
Electronics Now

Рис. 109.7

Данная схема, основанная на ИС 555, будет подавать питание в нагрузку в течение временного интервала продолжительностью до 5 мин в зависимости от настройки потенциометра R1. Следует отметить, что не содержащий трансформатора узел питания схемы состоит из конденсаторов C1 и C2 и диодов D1 и D2. Временные интервалы этого таймера составляют 0–5 мин или немного больше; необходимый интервал определяется зарядом конденсатора C3 через потенциометр R1, сопротивление которого можно регулировать. Для того чтобы подать питание переменного тока в нагрузку, в схеме вместо реле используется симистор. В узле питания ИС емкостное сопротивление конденсатора C1 ограничивает ток, при этом не происходит выделения тепла (прибор не нагревается). В качестве конденсатора C1 следует применять металлопленочный конденсатор, а не электролитический. Надо обязательно убедиться в том, что конденсатор рассчитан на соответствующее напряжение: минимальное 200 В, предпочтительнее на 600 В. Стабилитрон D1 ограничивает напряжение, диод D2 играет роль выпрямителя, а конденсатор C2 фильтрует пульсации.

БЫТОВОЙ ТАЙМЕР

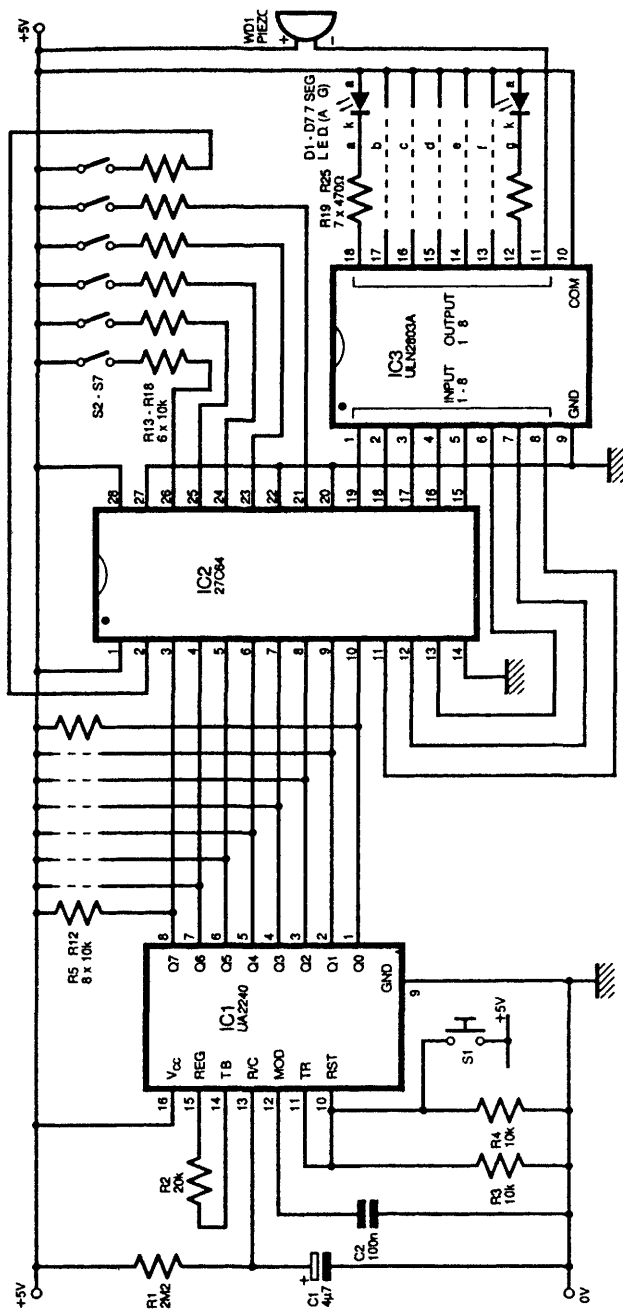
В устройстве для управления бытовыми приборами использован дешевый цифровой кухонный таймер, который не требует никакой модификации. Единственное требование заключается в том, что он должен подавать сигнал («пищать») и при нажатии кнопки START (ПУСК), и по истечении периода отсчета времени. Такой бытовой таймер следит за током питания, протекающим через него, и управляет схемой внешнего реле, которое приводит в действие приборы, подключенные к нему в качестве нагрузки, в течение установленного промежутка времени. Низковольтный источник питания схемы образован транзисторами TR1 и TR2, обеспечивающими постоянную величину тока, а выходное напряжение на эмиттере транзистора TR1 поддерживается на уровне 1,5 В. При включении питания



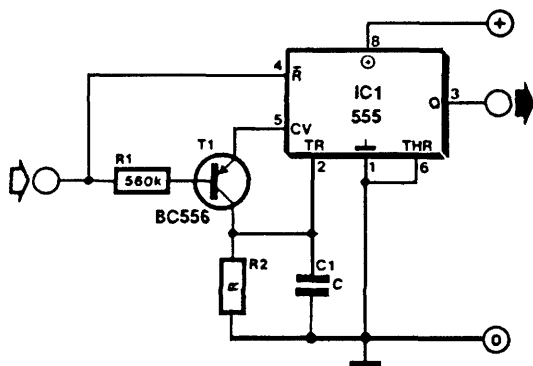
с конденсатора С3 на D-триггер IC3a (половину микросхемы IC3) поступает положительный импульс, который устанавливает на входе 8 высокий уровень. На его выходе QA (вывод 13) формируется также высокий уровень, благодаря чему триггер IC3b сбрасывается, следовательно, на его выходе QB (вывод 1) устанавливается низкий уровень. Транзисторы TR4 и TR5 закрыты, и реле RLA выключено. Однако транзистор TR3 открыт, поэтому горит светодиод D1, который служит для индикации сброса; в этот момент может быть установлен желаемый период срабатывания таймера. Затем следует нажать кнопку переключателя S1, который сбросит триггер IC3a; на выходе QA установится низкий уровень, и триггер IC3b включится. При нажатии кнопки «Пуск» (START) происходит увеличение тока питания таймера, вызванное звуковым сигналом, с нескольких микроампер до 5 мА или больше. Напряжение на резисторе R5 возрастает, и компаратор IC1, порог которого устанавливается резисторами R4 и R5, выдаст краткий положительный импульс. Генератор одиночных импульсов, образованный элементами IC2a и IC2b, при поступлении этого сигнала срабатывает и посылает тактовый импульс на триггер IC3b. На его выходе QB (вывод 1) формируется высокий уровень, и питание через TR4 и TR5 поступает на реле. По окончании этого цикла с первым звуковым сигналом тактовый импульс снова поступает на триггер IC3b. На выходе QB (вывод 2) устанавливается высокий уровень, и тактовый импульс поступает на вход 11 триггера IC3a; на его выходе QA также формируется высокий уровень, и триггер IC3b устанавливается в исходное состояние (сбрасывается), следовательно, реле выключается.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ТАЙМЕР/СЕКВЕНСОР

Программируемый секвенсор, принципиальная схема которого представлена на рис. 109.9, может применяться как синхронизирующее или времязадающее устройство. Перед началом каждого интервала времени генерируется звуковой сигнал, и 7-сегментный светодиодный дисплей показывает номер интервала. Перед окончанием этого же интервала зуммер снова выдает звуковой сигнал. Микросхема IC1 – это таймер/счетчик типа 2240, который может синхронизировать до 256 периодов, продолжительность которых определяется сопротивлением резистора R1 и емкостью конденсатора C1. Входы микросхемы RST («Сброс») и TR («Запуск») – выводы 10 и 11 – соединены и подключены к кнопочному переключателю S1. В данной конфигурации таймер применяется для работы с ИС памяти IC2. Первые 8 адресных бит используются таймером/счетчиком для того, чтобы не просматривать все 256 шагов, имеющиеся в каждой программе. Другие 6 бит выбираются при помощи внешних переключателей S2 – S7 и позволяют работать с числом программ до 2^6 , каждая из которых содержит по 256 шагов. У микросхемы 27C64 имеются восемь выходов; этого достаточно для работы с одноразрядным светодиодным дисплеем и пьезозуммером.



РЕАЛИЗАЦИЯ ВРЕМЕННОЙ ЗАДЕРЖКИ С ПОМОЩЬЮ ТАЙМЕРА 555



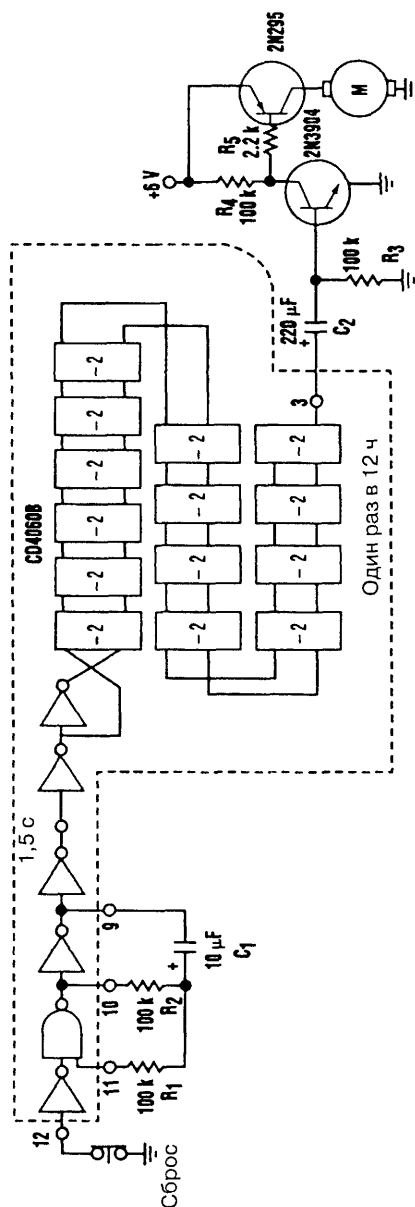
Elektor Electronics

Рис. 109.10

Для многих электронных схем требуется короткая задержка импульса. Такая задержка в рассматриваемой схеме составляет от 100 мкс до 100 с; она легко реализуется при помощи простой схемы, основанной на популярной ИС типа 555. Это время полностью отвечает требованиям большинства применений. На выходе микросхемы 555 устанавливается высокий уровень напряжения только в том случае, если потенциал на выводе 2 становится меньше трети уровня напряжения питания, при условии, что на выводе 4 – высокий уровень. В состоянии покоя на выводе 4 будет низкий уровень, и конденсатор C1 заряжается через транзистор T1, следовательно, на выходе тоже будет низкий уровень. Когда на входе устанавливается высокий уровень, транзистор T1 запирается, и конденсатор C1 разряжается через резистор R2. В таких условиях таймер 555 выходит из нулевого состояния (состояния RESET) и, после временной задержки, которая определяется разрядом конденсатора C1, на выходе таймера устанавливается высокий уровень. Временную задержку в секундах можно определить по формуле $\tau = 0,69 R2C1$, где сопротивление резистора R2 должно быть больше или равно 10 кОм.

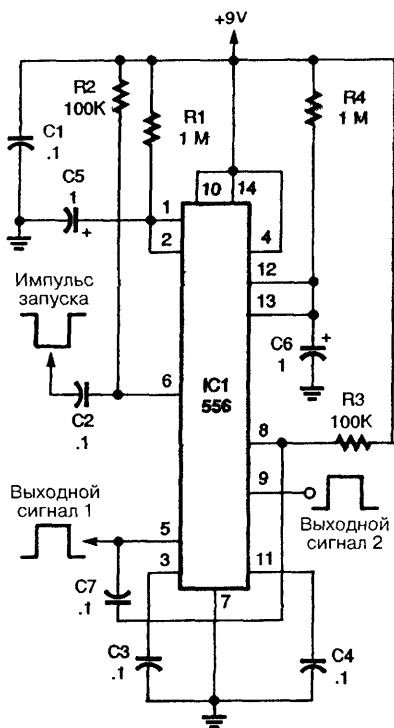
ПРОСТОЙ ТАЙМЕР С БОЛЬШОЙ ВЫДЕРЖКОЙ

Эта схема очень простая. RC-генератор, состоящий из резисторов R1, R2 и конденсатора C1, подключенный к логической ИС CD4060, генерирует синхронимпульс продолжительностью 1,5 с, который в результате последовательного деления превращается в 12-часовой импульс. Можно получать импульсы и другой продолжительности, которые могут быть посланы на выход схемы или для выполнения операции И над этим и более длительными сигналами. Выход схемы через разделительную емкость связан с исполнительной ИС, выполненной на двух транзисторах для того, чтобы обеспечить импульс в несколько секунд один раз в 12 ч.



СДВОЕННЫЙ ТАЙМЕР

В этом сдвоенном таймере (рис. 109.12) используется микросхема типа 556, содержащая в себе два таймера, аналогичных 555.



Popular Electronics

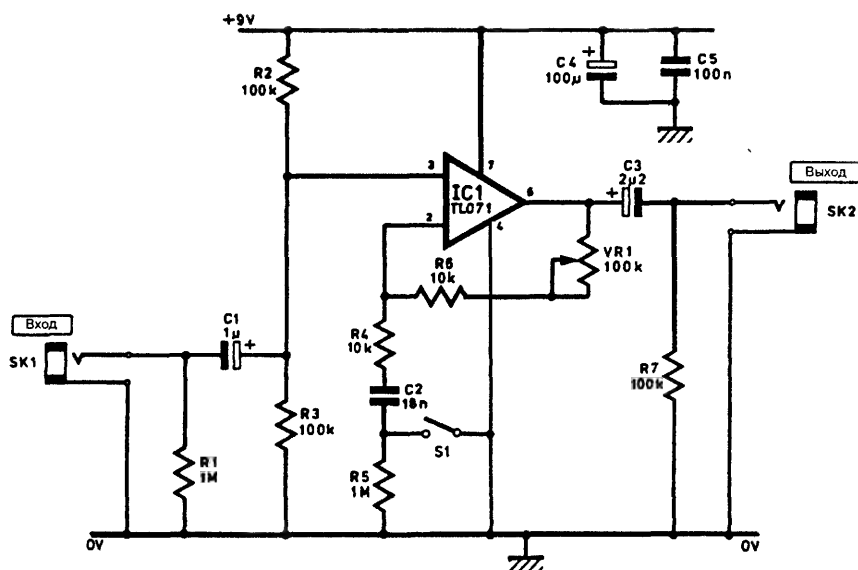
Рис. 109.12

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

ГЛАВА 110

СХЕМЫ РЕГУЛИРОВКИ ТЕМБРА

ГИТАРНЫЙ ДОБАВОЧНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ВЕРХНИХ ЗВУКОВЫХ ЧАСТОТ



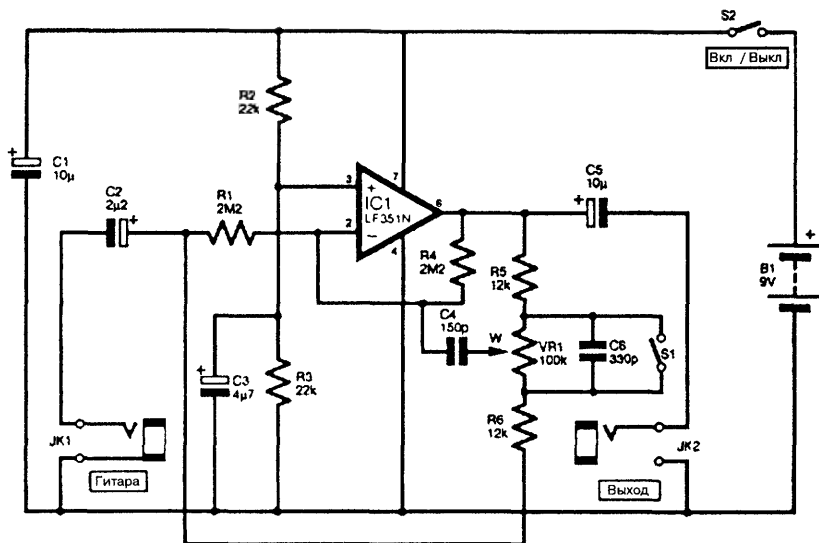
Everyday Practical Electronics

Рис. 110.1

Устройство, принципиальная схема которого приведена на рис. 110.1, предназначено для усиления высокочастотной (выше 1 кГц) составляющей выходного сигнала электрогитары и помогает скомпенсировать его ослабление. Микросхема IC1 – это ОУ TL071, используемый как неинвертирующий усилитель, включенный в линию между гитарным и основным усилителями. С помощью потенциометра VR1 задается граничный уровень, начиная с которого высокие частоты усиливаются. При использовании компонентов с номиналами, указанными на схеме, этот уровень может быть от 3 до 20 дБ. При необходимости резистор R6 и потенциометр VR1 можно заменить резистором с фиксированным сопротивлением. Фактическое значение усиливаемой частоты определяется резистором R4 и конденсатором C2.

При разомкнутом переключателе S1 схема работает как повторитель напряжения, не оказывая влияния на сигнал от гитары. При замыкании этого переключателя конденсатор C2 заземляется, и схема начинает работать как усилитель. Благодаря резистору R5 на заземляемом выводе конденсатора C2 поддерживается потенциал 0 В (когда переключатель S1 разомкнут), что предотвращает появление щелчков в сигнале от гитары, которые могли бы возникнуть при замыкании этого переключателя. Входное сопротивление схемы, определяемое резисторами R2 и R3, составляет около 50 кОм, что подходит для большинства электрогитар. Если схема помещена в литой корпус, то переключатель S1 следует сделать удобным для переключения ногой, в качестве гнезда SK1 можно использовать стереогнездо, кольцевой вывод которого подключен к «земле», а «гильза» – к клемме «-». Таким образом, устройство будет автоматически включаться при подключении штекера гитары к гнезду. Корпус необходимо заземлить, то есть подсоединить к корпусу вывод «земли» схемы. Для питания схемы лучше выбрать элементы типа РРЗ, показавшие приемлемую продолжительность работы.

СХЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УСИЛИТЕЛЯ ВЕРХНИХ ЗВУКОВЫХ ЧАСТОТ



Эта схема построена на неинвертирующем усилителе. Резисторы R2 и R3 задают сопротивление смещения на неинвертирующем входе ИС IC1 (вывод 3), а резисторы R1 и R4 являются ветвью отрицательной обратной связи и задают коэффициент усиления с замкнутой петлей обратной связи усилителя IC1 равным

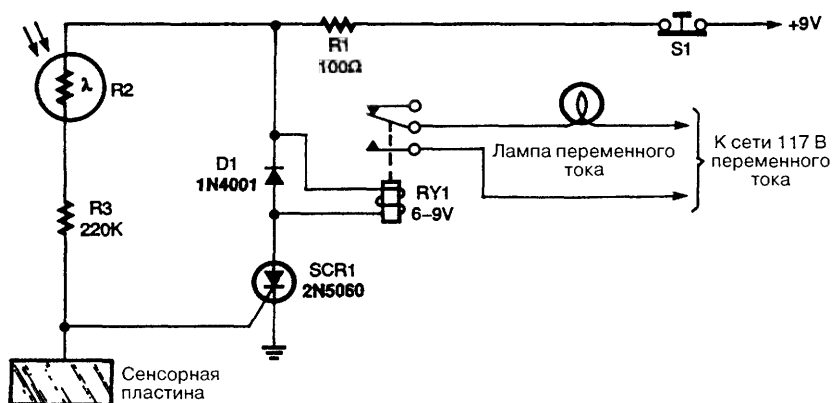
единице. Однако резисторы R1 и R4 определяют рабочие условия усилителя IC1 только на постоянном токе и при частотах от низких до средних. Коэффициент усиления на высокой частоте регулируется с помощью более сложной схемы отрицательной обратной связи, состоящей из резисторов R5 и R6, потенциометра VR1 и конденсаторов C4 и C6. Резисторы R5, R6 и потенциометр VR1 образуют обычную ветвь отрицательной обратной связи, которая позволяет изменять коэффициент усиления схемы по напряжению. Если движок W потенциометра VR1 расположен на верхнем пределе потенциометра, то усиление схемы уменьшается на 20 дБ. Установка движка потенциометра в нижнее положение приведет к увеличению усиления на 20 дБ. Движок подсоединен к инвертирующему входу усилителя через конденсатор C4, емкость которого весьма мала. Следовательно, конденсатор C4 обеспечивает эффективную емкостную связь только при высоких частотах. На средних и низких частотах сопротивление конденсатора C4 чрезмерно возрастает, и поэтому связь с инвертирующим входом усилителя IC1 становится слабой. Значит, регулировка сопротивления потенциометра VR1 не дает результата при работе в таком частотном диапазоне, и коэффициент усиления схемы в основном определяется сопротивлением резисторов R1 и R4. Это позволяет получить требуемое усиление и частоту среза на высоких частотах, но сохранить единственный коэффициент усиления на средних и низких частотах.

ГЛАВА 111

СХЕМЫ

С СЕНСОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ I



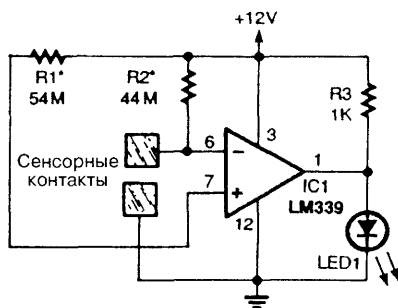
Popular Electronics

Рис. 111.1

Для сенсорного переключателя, управляющего лампой переменного тока, требуется всего несколько компонентов. При касании сенсорной пластины отпирающий сигнал поступает на управляющий электрод тиристора SCR1, через который начинает протекать ток от анода к катоду, и таким образом реле приводится в действие.

ДАТЧИК КАСАНИЯ

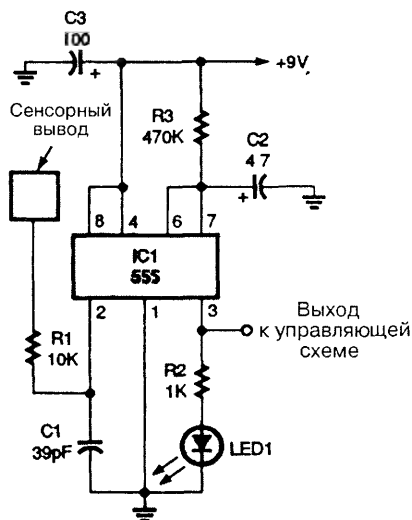
Основным элементом этой схемы является двухконтактный сенсорный переключатель. Инвертирующий вход (вывод 6) усилителя IC1 через резистор R2, в качестве которого обычно используются два последовательно соединенных резистора сопротивлением 22 МОм, подсоединен к шине положительного питания. Неинвертирующий вход усилителя (вывод 7) подсоединен к шине питания через резистор R1, состоящий из двух последовательно включенных резисторов сопротивлением 22 МОм и одного резистора сопротивлением 10 МОм.



Popular Electronics

Рис. 111.2

СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ II

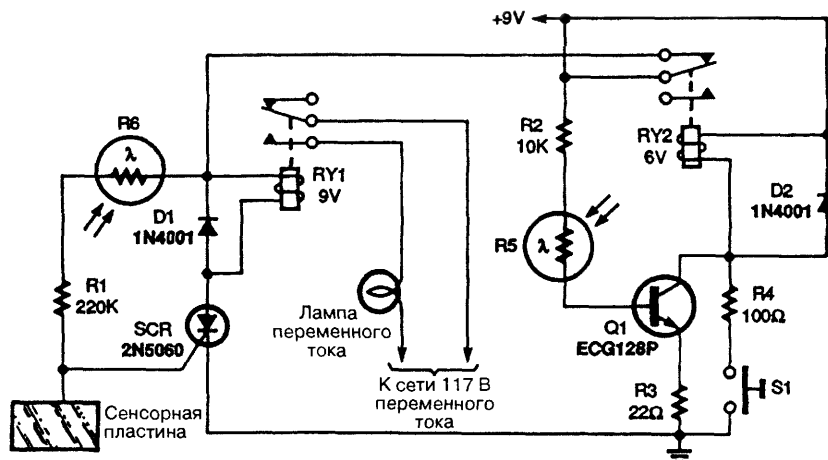


Popular Electronics

Рис. 111.3

Микросхема IC1 таймера типа 555 соединена по схеме одновибратора, который запускается касанием сенсорного вывода. Фиксированный период времени пребывания во включенном состоянии определяется номиналами компонентов ИС, и в данном случае равен 4 с. Чтобы увеличить это время, следует увеличить сопротивление резистора R3 или емкость конденсатора C2; для сокращения времени – уменьшить эти параметры. Выходной сигнал напряжением примерно 9 В с выхода 3 микросхемы IC1 может быть использован для питания оптрона, силового транзистора, блока полевых транзисторов, КМОП схемы и пр.

УПРАВЛЯЕМАЯ СВЕТОМ СХЕМА ОТКЛЮЧЕНИЯ СЕНСОРНОГО ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ



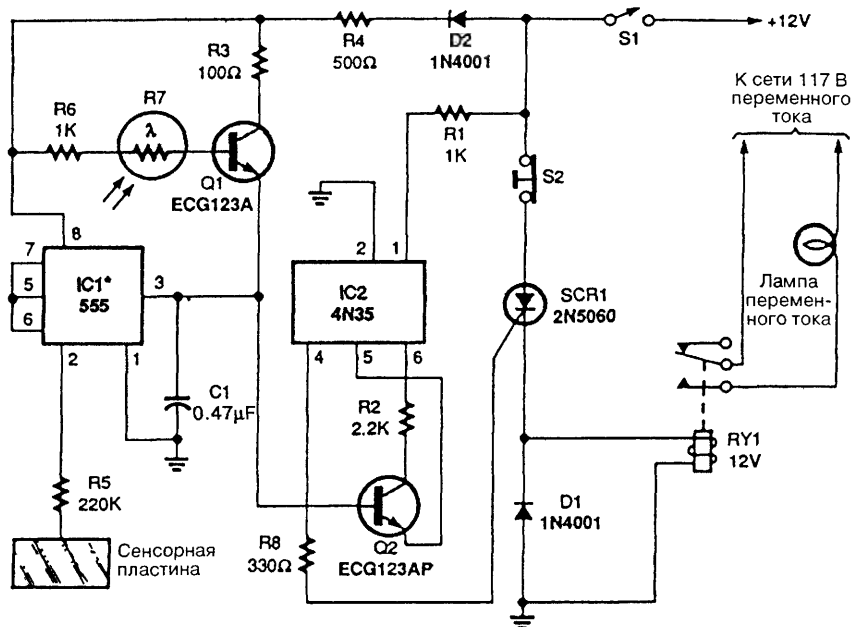
Popular Electronics

Рис. 111.4

При освещении фоторезистора R5 ярким направленным светом (карманным фонариком) его сопротивление уменьшается, и в цепи базы остается только резистор с сопротивлением 10 кОм. Благодаря этому на базе транзистора Q1 устанавливается положительный потенциал и транзистор отпирается, что приводит к включению реле RY2 и запираанию тиристора SCR. Для завершения работы данной схемы следует нажать кнопку выключателя S1.

СХЕМА ОТКЛЮЧЕНИЯ СЕНСОРНОГО ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ

При замыкании выключателя S1 схема (рис. 111.5) переходит в режим ожидания. При касании сенсорной пластины на выходе микросхемы IC1 (таймер типа 555) устанавливается высокий уровень, вследствие чего на базу транзистора Q2 подается положительный потенциал, что приводит к его смещению. Этот транзистор отпирается, через выводы 4–6 микросхемы IC2 начинает протекать ток, и в результате сигнал поступает на управляющий электрод тиристора SCR1. Затем на реле подается питание и лампа включается. Для того чтобы выключить лампу, нужно просто нажать кнопку S2 (Сброс), которая отсоединит анод тиристора от шины положительного питания, он перейдет в запертое состояние и выключит реле. Фоторезистор R7 нужен для дистанционного включения схемы. При кратковременном освещении этого резистора ярким направленным светом (карманным фонариком) его сопротивление уменьшается, и в цепи базы остается только резистор сопротивлением 1 кОм. Вследствие этого на базе транзистора Q1 устанавливается положительный потенциал, его переход эмиттер–база смещается



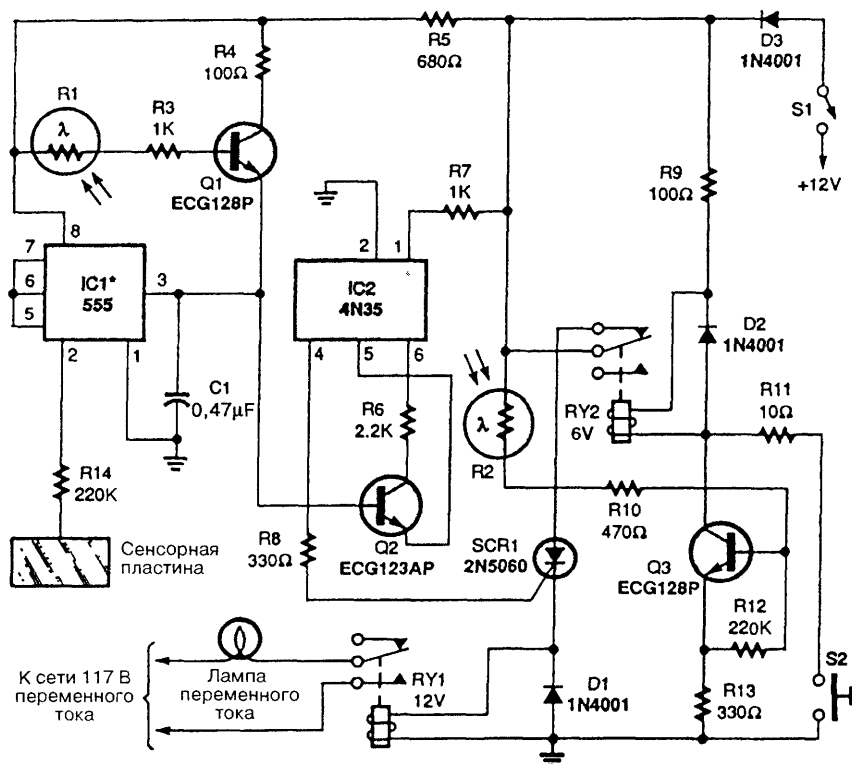
Popular Electronics

Рис. 111.5

в прямом направлении, что приводит к открыванию Q1. На базе транзистора Q2 также устанавливается положительный потенциал, его сопротивление уменьшается, и запускается тиристор SCR1, с которого питание поступает на реле.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ УПРАВЛЯЕМАЯ СВЕТОМ СХЕМА ОТКЛЮЧЕНИЯ СЕНСОРНОГО ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ

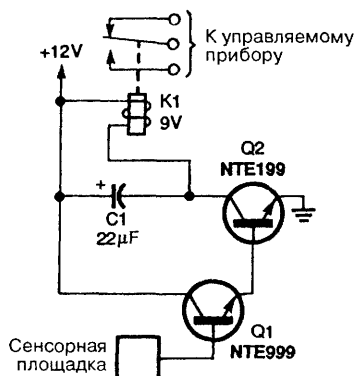
Касание сенсорной пластины приводит к появлению сигнала на выходе 3 микросхемы IC1, в результате на базе транзистора Q2 установится положительный потенциал. Этот транзистор отпирается, вследствие чего через выводы 4–6 микросхемы IC2 начинает протекать ток, и появляется сигнал запуска на управляющем электроде тиристора SCR1, через который питание поступает на реле. Контакты замыкаются, и лампа включается. Интенсивное облучение светом фоторезистора R1 также приводит к отпираанию тиристора и включению реле. Чтобы выключить лампу, нужно лишь ярко осветить фоторезистор R2, в результате уменьшится сопротивление в цепи базы транзистора Q3, на ней установится положительный потенциал, и реле RY2 включится. При замыкании контактов реле RY2 анод тиристора отсоединится от шины положительного питания, что приведет к его запираанию. Чтобы включить реле RY2 и, соответственно, выключить лампу, можно нажать кнопку S2 (рис. 111 6)



Popular Electronics

Рис. 111.6

ПРОСТЫЙ СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ

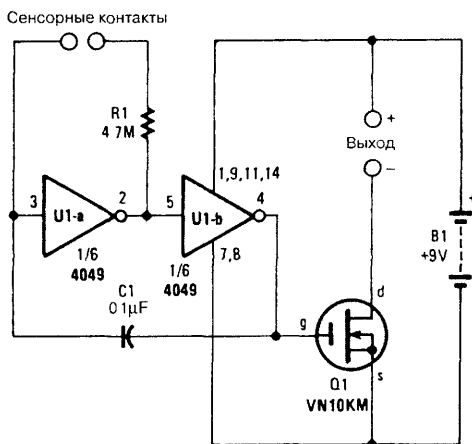


Popular Electronics

Рис. 111.7

Схема переключателя (см рис. 111.7) состоит из двух транзисторов с высоким коэффициентом усиления и приводится в действие, когда окружающее электрическое поле переменного тока частотой 60 Гц воздействует на сенсорную пластину во время касания пальцем. При этом сигнале транзистор Q1 отпирается, что приводит к поступлению питания на реле от транзистора Q2. Конденсатор C1 используется для предотвращения вибрирования контактов реле.

СЕНСОРНЫЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ III



Popular Electronics

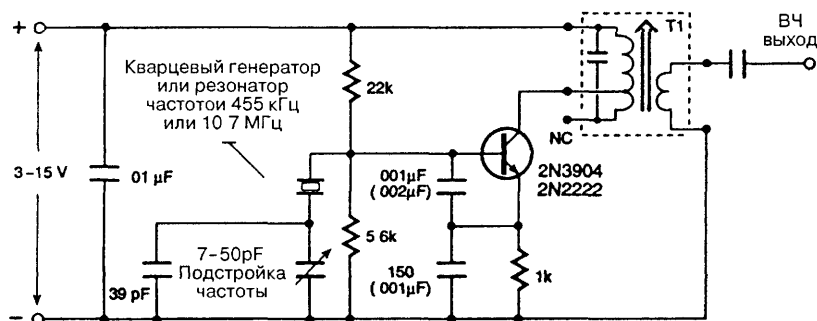
Рис. 111.8

Этот сенсорный переключатель питается постоянным током от аккумулятора 9 В, хотя может питаться от переменного тока 120 В.

ГЛАВА 112

СХЕМЫ ПЕРЕДАТЧИКОВ

ПЕРЕДАТЧИК ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ



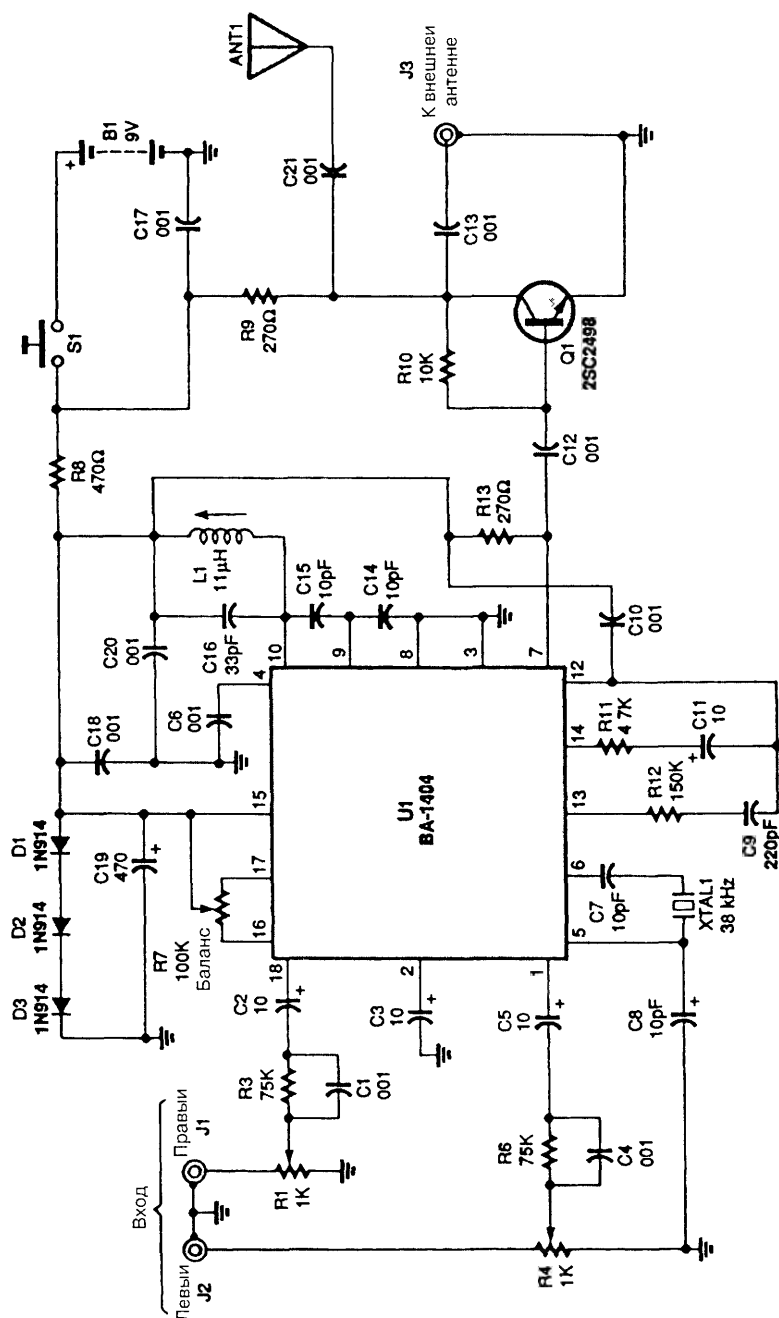
Nuts and Volts

Рис. 112.1

Схема генератора (передатчика) – это вариация трехточечного генератора с емкостной связью. В этом случае схема показала прекрасную частотную стабильность, хорошую развязку генератора опорной частоты от выхода и низкое выходное сопротивление. Можно значительно улучшить схему, поставив в нее точный кварцевый генератор. Если такой возможности нет, то следует установить керамический резонатор, который тоже может работать с элементами, входящими в схему. Резонансный контур T1 – это блок промежуточной частоты, который можно взять из старого АМ или ЧМ приемника, предварительно убедившись, что у него есть ответвление в первичной обмотке. Измерения показали, что сопротивление первичной обмотки у блока промежуточной частоты 455 кГц составляет 3–5 Ом, а у блока 10,7 МГц – менее 1 Ом. Эти измерения помогут найти нужную индуктивность. На схеме в круглых скобках приведены номиналы компонентов, используемых в передатчике с частотой 455 кГц.

СТЕРЕОПЕРЕДАТЧИК BA1404

Основным элементом схемы ЧМ стереопередатчика является специализированная микросхема BA1404 (Следует отметить, что резисторы R2 и R5 в этой схеме отсутствуют).



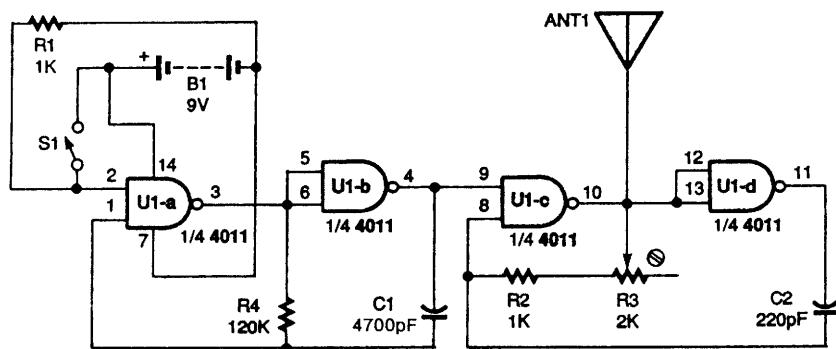
Electronic Experimenters Handbook

Рис. 112.2

Примечание. Номиналы конденсаторов от 0,001 и выше даны в микрофарадах (мкФ)

Для реализации автономного маломощного ЧМ стереопередатчика, работающего в полосе частот 88–92 МГц, в этой схеме, как было сказано выше, используется микросхема ВА 1404 фирмы Rohm Semiconductor. Входной сигнал звуковой частоты поступает на микросхему U1 (ВА1404). Радиочастота устанавливается генератором XTAL1, кварцевым генератором с частотой 38 кГц и резонансным контуром C16, L1 (и относящимися к нему компонентами) ВЧ генератора. Чтобы свести к минимуму дрейф частоты и микрофонные эффекты, следует тщательно и аккуратно собирать схему. Транзистор Q1 – это буферный усилитель, уменьшающий затягивание частоты. Для питания схемы нужно использовать источник питания напряжением 9 В.

ТОНАЛЬНЫЙ АМ ПЕРЕДАТЧИК



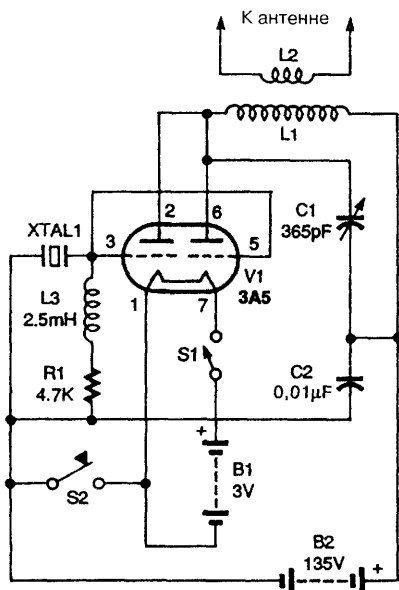
Popular Electronics

Рис. 112.3

Питание схемы осуществляется от источника В1 напряжением 9 В. Два элемента из микросхемы 4011 U1-с и U1-d (логические элементы И-НЕ) используются как часть ВЧ генератора несущей, два другие элемента (U1-a и U1-b) – в генераторе звуковой частоты (модуляторе). Передача какого-либо сообщения осуществляется включением и выключением модуляции с помощью переключателя S1. При нажатии S1 генератор звуковой частоты, состоящий из элементов U1-a и U1-b, резистора R4 и конденсатора C1, начинает генерировать сигнал звуковой частоты. Этот сигнал, поступая на ВЧ генератор, который состоит из элементов U1-с и U1-d, резисторов R2, R3 и конденсатора C2, включает и выключает его. Во включенном состоянии ВЧ генератор работает на частоте 1 МГц. Результирующий выходной сигнал излучается антенной ANT1 и представляет собой АМ сигнал.

ЛАМПОВЫЙ ПЕРЕДАТЧИК

В схеме, приведенной на рис. 112.4, питание осуществляется от двух батарей напряжением 3 В (B1) и 135 В (B2). Накальная батарея B1 может быть заменена



Popular Electronics

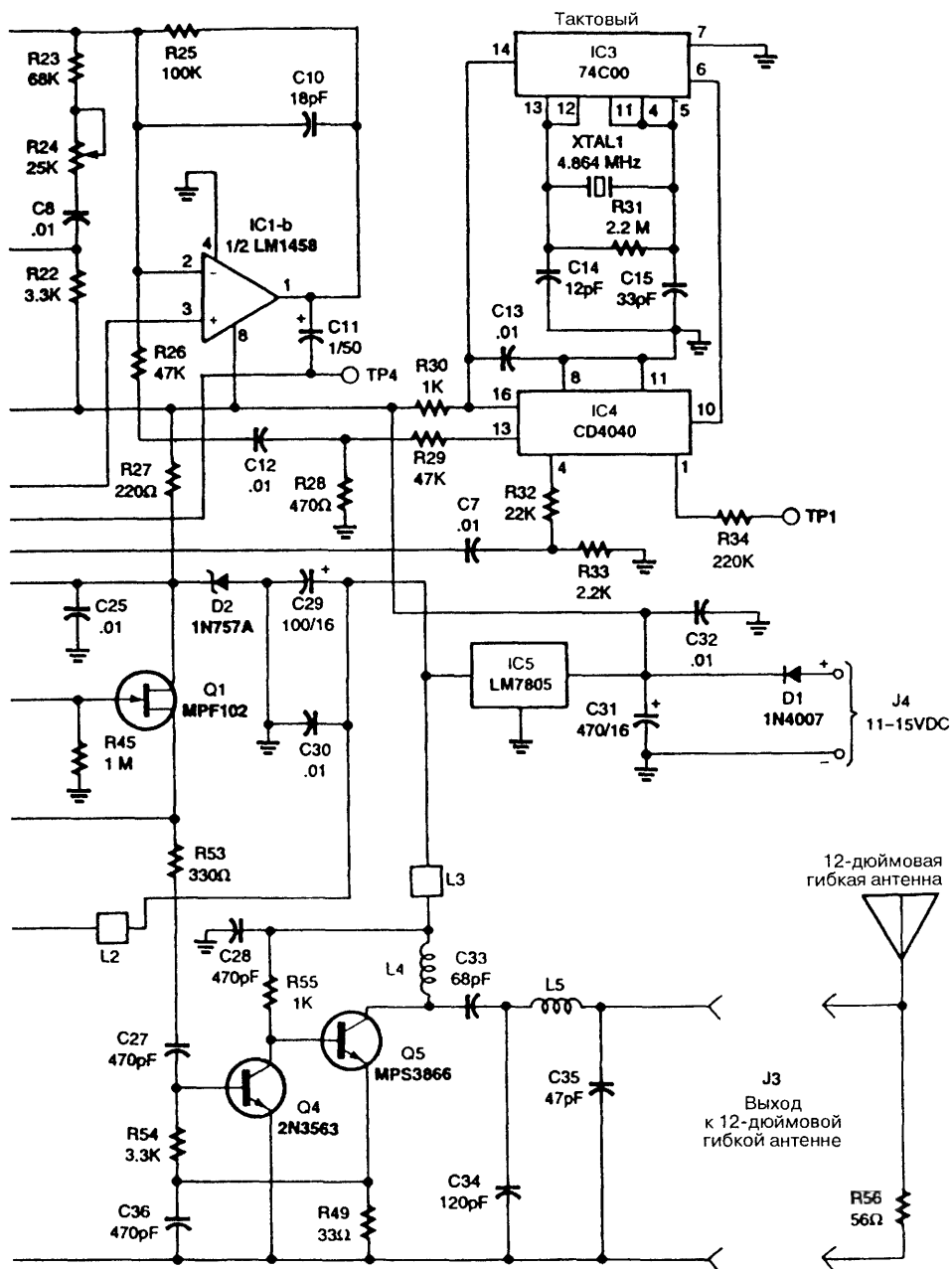
Рис. 112.4

отдельной схемой питания. Основной элемент схемы – это электронно-вакуумная лампа V1 типа 3A5. Обе секции лампы, соединенные параллельно, образуют обычный трехточечный емкостный кварцевый генератор. Уровень смещения лампы устанавливается с помощью резистора R1; на первый взгляд может показаться, что сопротивление этого резистора мало (4,7 кОм), но следует помнить, что лампа V1 – это генераторный триод класса C. Высокочастотный дроссель L3 индуктивностью 2,5 мГн требуется для поддержания высокой частоты. Резонансная частота контура L1, C1, задаваемая любительским кварцевым резонатором XTAL1, находится в пределах 7,0–7,3 МГц, что соответствует длине волны около 41 м. На антенну ВЧ сигнал поступает с катушки индуктивности L2, связанной с анодной L1. Конденсатор C2 – развязывающий конденсатор, а переключатель S2 – кнопочный переключатель телеграфного типа. С помощью этого переключателя формируются передаваемые сообщения¹.

МАЛОМОЩНЫЙ ЧМ СТЕРЕОПЕРЕДАТЧИК, СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ФАПЧ

На рис. 112.5 представлена схема высокоэффективного ЧМ стереопередатчика, состоящего из стереогенератора (ИС IC1), балансного модулятора (IC2), генераторов

¹ Развязка с шиной питания осуществляется трансформатором T1, снимаемое с него высоковольтное напряжение выпрямляется диодом D1 и фильтруется конденсатором C1. Эти элементы на схеме не показаны. – *Прим ред*



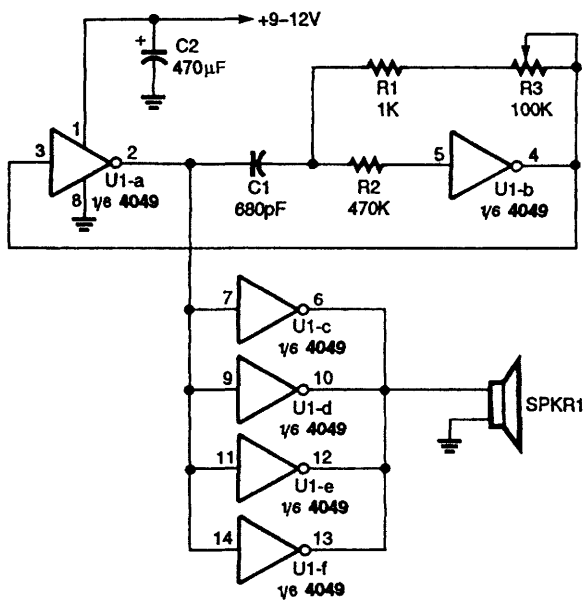
Примечание. Номиналы конденсаторов от 0,01 и выше указаны в микрофарадах (мкФ).

ОУ IC1 типа 741 используется в качестве усилителя звуковой частоты и осуществляет частотную модуляцию сигнала генератора высокой частоты Q1 посредством параметрического диода (варикапа) D2. Катушка индуктивности L1 имеет диаметр 5/16 дюйма и состоит из 2,5 витков провода калибра #18. Для подстройки частоты передатчика можно изменять расстояние между витками.

ГЛАВА 113

УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ СХЕМЫ

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР НА КМОП ИС



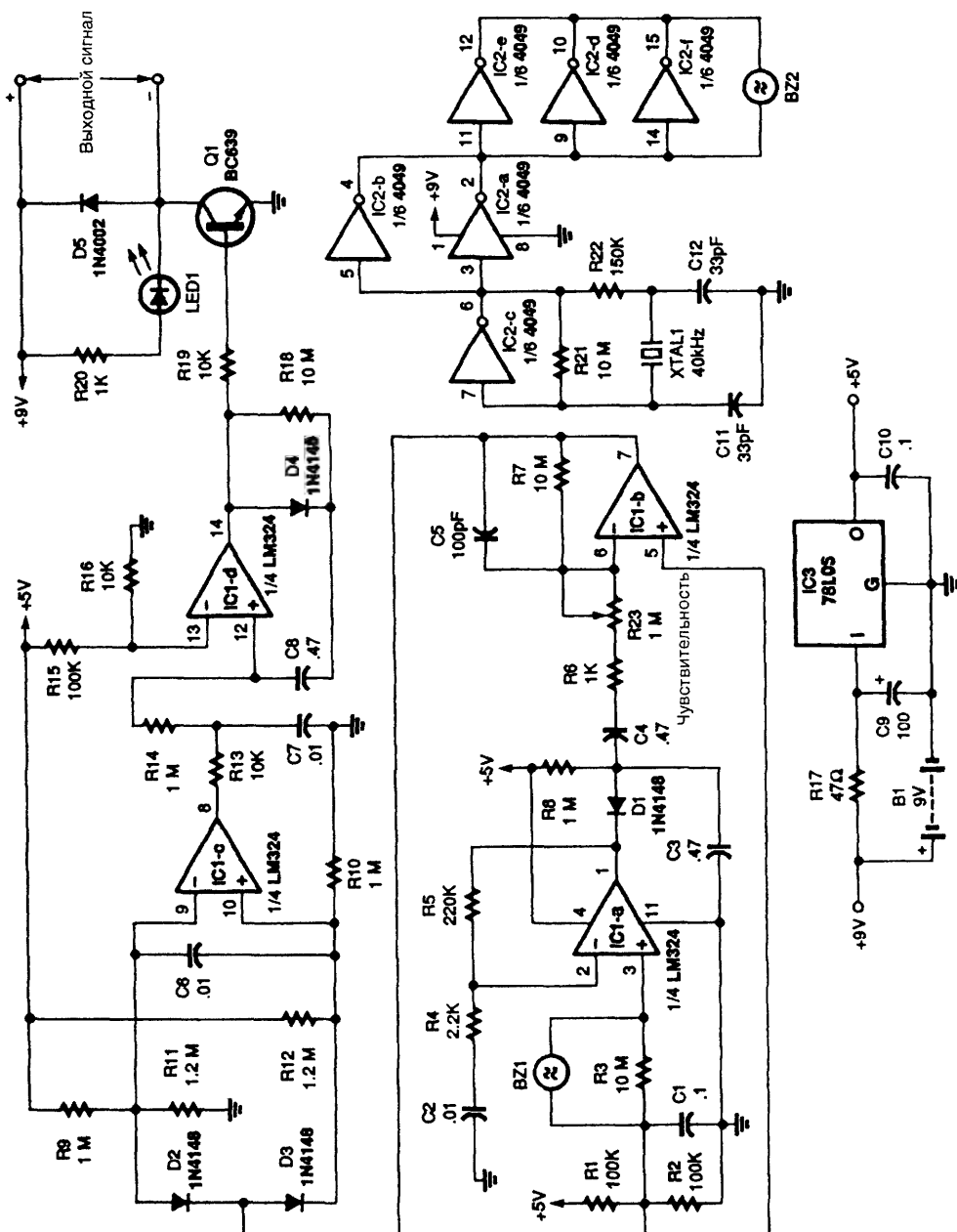
Popular Electronics

Рис. 113.1

В этом ультразвуковом генераторе используется только одна микросхема типа CD4049. Диапазон частот генератора 15–50 кГц.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕТЕКТОР ДВИЖЕНИЯ

Приемная часть схемы (рис. 113.2) состоит из четырех связанных по переменному току каскадов, каждый из которых построен на основе одного элемента микросхемы IC1 – счетверенного ОУ типа LM324. На входе третьего каскада IC1-с (дифференциального усилителя) стоят два диода, D2 и D3, которые выпрямляют как положительные, так и отрицательные импульсы. Если движения вблизи устройства нет, напряжение на выходе 7 элемента IC1-b составляет половину



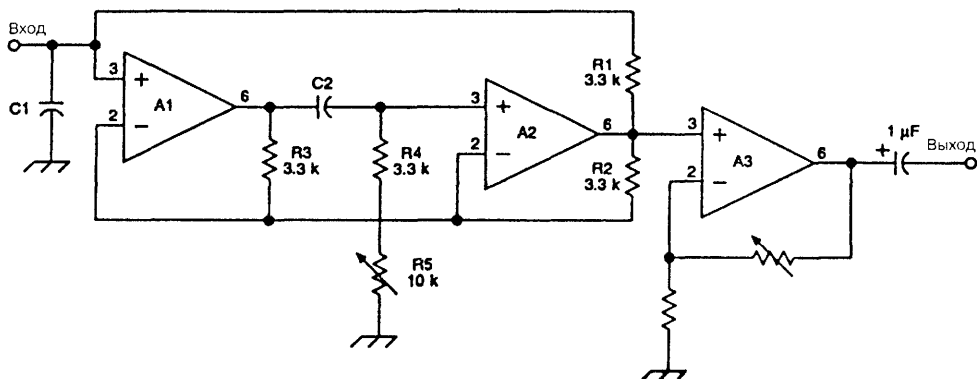
Popular Electronics

Рис. 113.2

Примечание. Номиналы конденсаторов, кроме C5, C11 и C12, указаны в микрофарадах (мкФ).

от величины напряжения питания, и ни диод D2, ни D3 не пропускают сигнал. Поэтому на выходе 8 элемента IC1-с устанавливается низкий уровень. При возрастании напряжения выше значения 0,7 В диод D3 отпирается, что приводит к установлению на выходе 8 элемента IC1-с высокого уровня. Если напряжение падает ниже значения $-0,7$ В, то отпирается диод D2, в результате чего также устанавливается высокий уровень на выходе 8. Четвертый каскад, построенный на элементе IC1-d, используется в качестве ждущего мультивибратора. Этот каскад преобразует любой сигнал, проходящий через фильтр, в импульс с напряжением, достаточным для отпираания транзистора Q1. При отпираании транзистора Q1 светодиод LED1 загорается, а выходной сигнал схемы запускает внешнее реле или какой-нибудь другой прибор, подключенный к этой схеме.

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УСИЛИТЕЛЬ



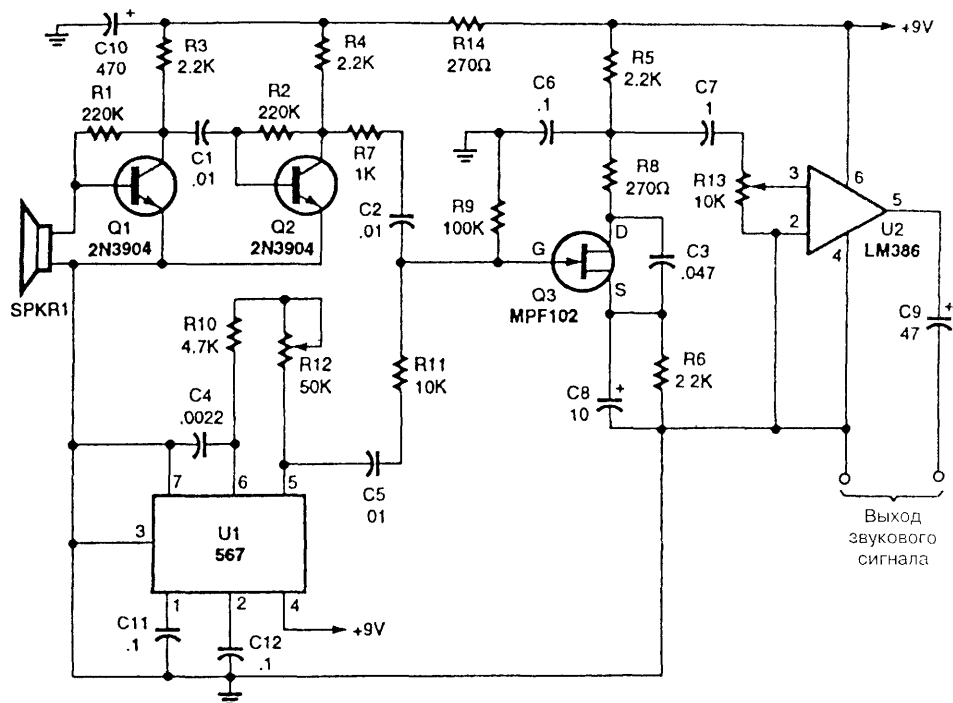
73 *Amateur Radio Today*

Рис. 113.3

На рис. 113.3 показан ВЧ блок длинноволнового приемника для формирования сигнала постоянного тока, который фиксируется блоком слежения SID. К выходу схемы следует подключить прецизионный выпрямитель/фильтр. Емкость конденсатора C2 равна 0,001 мкФ, что подходит для настройки SID-отслеживающих частот. Полоса частот, воспринимаемых этим приемником, 10,9–43,9 кГц. При емкости конденсатора C1, равной 0,002 мкФ, диапазон настройки приемника ограничивается частотами 17–34 кГц.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРИЕМНИК НА МИКРОСХЕМЕ 567

Настраиваемый ультразвуковой приемник (его схема приведена на рис. 113.4) идеально подходит для использования в паре с ультразвуковым передатчиком, описанным выше. Он также построен на микросхеме ФАПЧ типа 567.

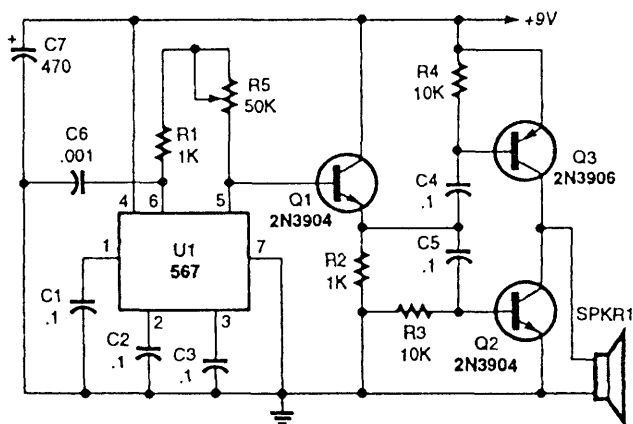


Popular Electronics

Рис. 113.4

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ГЕНЕРАТОР С ФАПЧ



Popular Electronics

Рис. 113.5

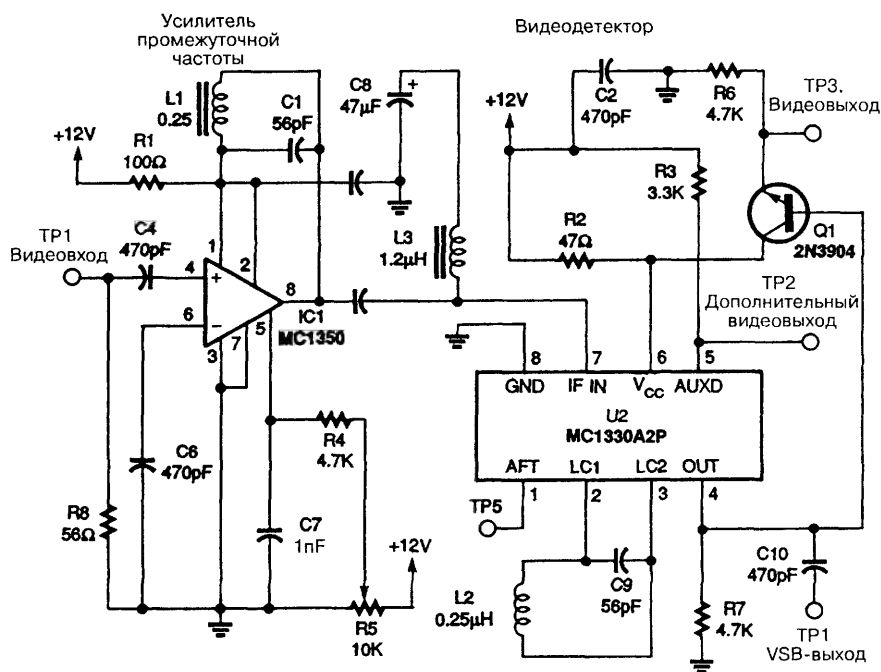
Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

Такой ультразвуковой генератор можно сконструировать на микросхеме ФАПЧ типа 567. Если в схему добавить кнопочный переключатель телеграфного типа (телеграфный ключ), то генератор можно использовать как ультразвуковой передатчик.

ГЛАВА 114

СХЕМЫ ДЛЯ ВИДЕОПРИЛОЖЕНИЙ

ПРОСТЫЙ ПРИЕМНИК ВИДЕОСИГНАЛА



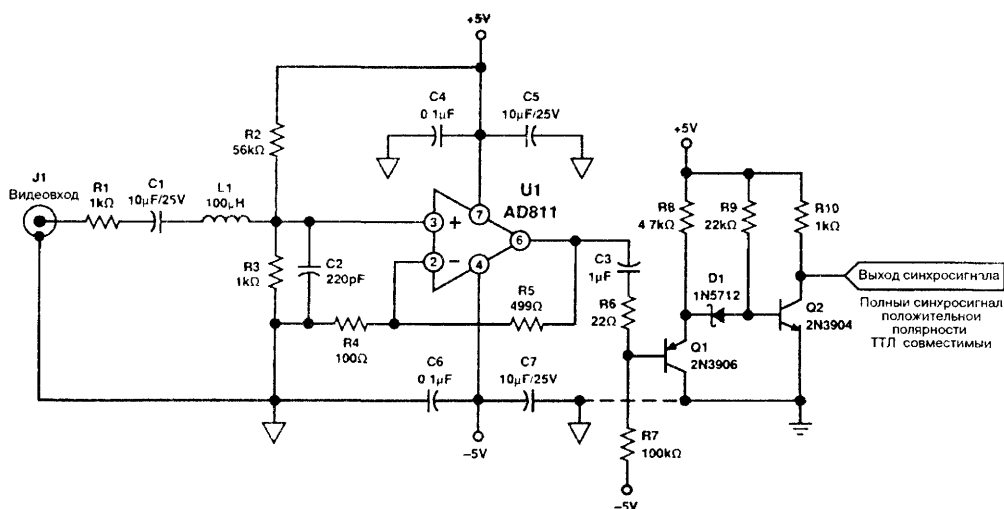
Electronics Now

Рис. 114.1

Входной сигнал промежуточной частоты от тюнера поступает на усилитель IC1, микросхему типа MC1350, через конденсатор C4. Сопротивление входного резистора R8, равное 56 Ом, приблизительно соответствует выходному сопротивлению тюнера, которое составляет 50 Ом. Усилитель промежуточной частоты (УПЧ) настраивается с помощью контура, состоящего из катушки переменной индуктивности L1 и конденсатора C1. Коэффициент усиления УПЧ регулируется потенциометром R5. Выходной сигнал через конденсатор C5 с УПЧ поступает на низкочастотный видеодетектор IC2, ИС типа MC1330. Установленный дополнительно заграждающий фильтр, состоящий из конденсатора C8 и катушки индуктивности L3,

можно отрегулировать так, чтобы он устранял конкретный сигнал. Однако схема прекрасно работает и без заграждающего фильтра. Настройка микросхемы MC1330 также проводится с помощью резонансного контура, состоящего из катушки индуктивности L2 и конденсатора C9. Сопротивление смещения видеовыходов определяется резисторными цепями. Неинвертирующий видеовыход подключен к базе NPN-транзистора Q1 (2N3904), включенного по схеме с общим коллектором, с единичным коэффициентом усиления, который выполняет роль буферного усилителя для согласования сопротивлений. Сигнал, поступающий на основной (первичный) видеовыход, снимается с эмиттера транзистора Q1, а сигнал с дополнительного видеовыхода поступает с выхода 5 микросхемы IC2. Выход VSB связан по переменному току с основным видеовыходом и может использоваться как звуковой выход для подключения аудиоустройств, а коммутационный выход несутелей — для подключения схем автоподстройки.

СХЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ СИНХРОИМПУЛЬСА



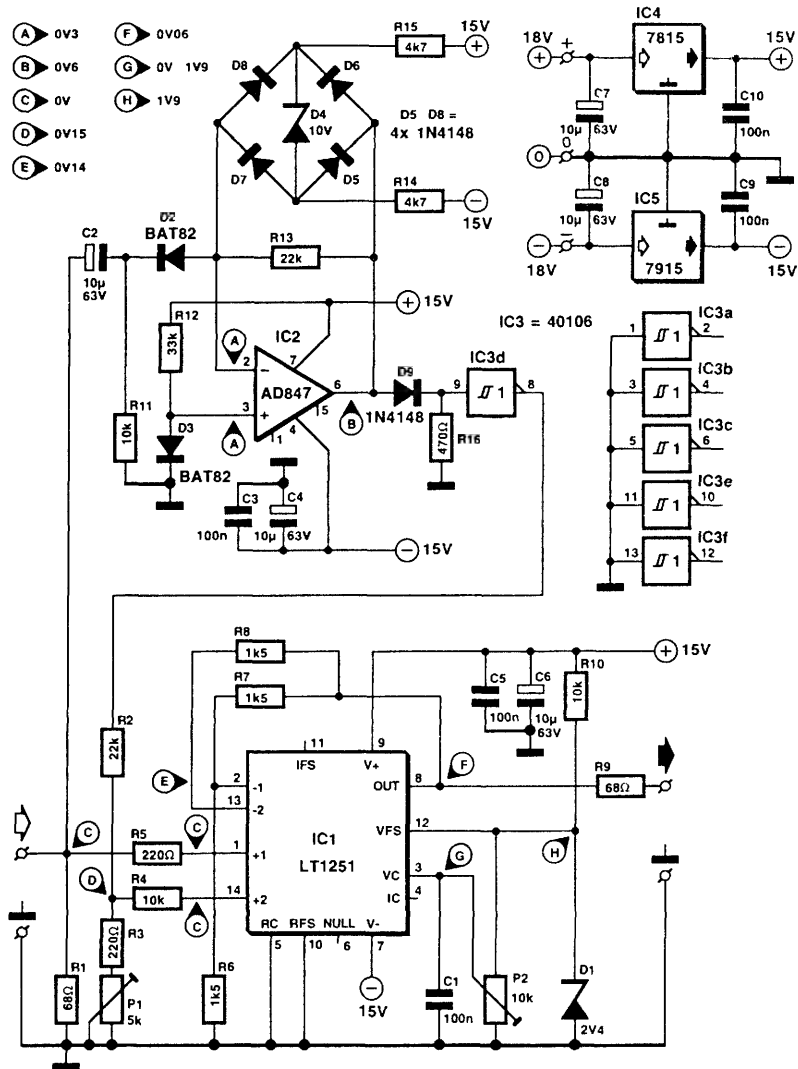
Analog Dialogue

Рис. 114.2

Схема осуществляет функцию выделения синхроимпульса из видеосигнала. Выходной сигнал схемы положительный и TTL-совместимый.

РЕГУЛЯТОР УРОВНЯ ВИДЕОСИГНАЛА

С помощью такой схемы можно постепенно понизить видеосигнал фактически до уровня черного, не теряя при этом синхронизации видеомонитора. Синхроимпульсы выделяются из полного видеосигнала (сигнала CVBS) операционным

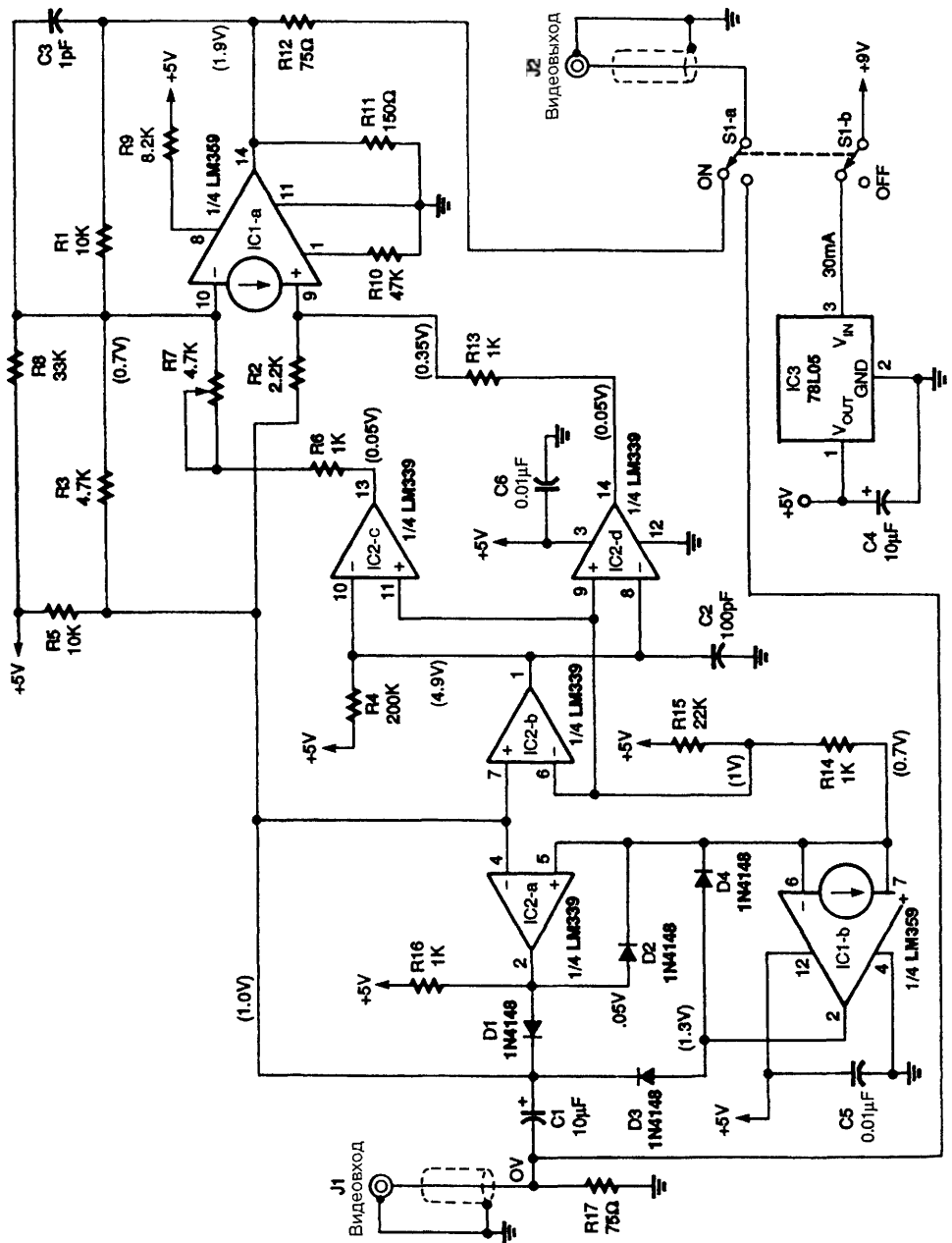


усилителем IC2 и соседними элементами. Схема фиксации уровня образована диодом D2, резистором R11 и конденсатором C2. Смещение «+» на входе микросхемы IC2 задается диодом D3. Вследствие выпрямляющего действия диода D2, ОУ усиливает только отрицательную составляющую сигнала CVBS. Схема восстановления постоянной составляющей в ветви обратной связи ОУ AD847 (диоды D5 – D8) не позволяет этому ОУ войти в насыщение. Сигнал синхронизации с выхода усилителя AD847 перед тем, как он поступает на вход «+» одного из двух

усилителей с малой постоянной времени, содержащихся в ИС регулятора уровня видеосигнала (LT1251), преобразовывается в импульсы посредством диода D9 и триггера Шмитта IC3d. С помощью подстроечного резистора P1 устанавливается оптимальный уровень синхросигнала. Микросхема LT1251 использует этот подстроечный резистор для определения соотношения уровней сигналов между каналом синхронизации и видеоканалом. Управляющее напряжение для микросхемы LT1251 поступает от источника опорного напряжения на стабилитроне D1. Смешанный выходной сигнал снимается с выхода 8, связанного по постоянному току, при выходном сопротивлении, равном приблизительно 75 Ом. Схема потребляет ток менее 30 мА. Указанные тестовые напряжения соответствуют состоянию, при котором на входе схемы отсутствует сигнал. Уровень сигнала цветовой синхронизации также ослабевает. Поэтому картинка становится черно-белой еще до того, как будет достигнут уровень черного.

ВИДЕОИНВЕРТОР

Схема видеоинвертора построена на микросхемах LM359 (сдвоенный операционный усилитель Нортон) и LM339 (счетверенный компаратор напряжения), используемых для восстановления постоянной составляющей, выделения и обработки синхросигнала, а также для буферизации и инвертирования видеосигнала. Постоянная составляющая видеосигнала восстанавливается до уровня 0,7 В, поскольку элемент IC1-b работает при входном напряжении, равном напряжению отпирающего диода. Компаратор IC2-b используется в качестве порогового детектора, выделяющего импульсы синхронизации, уровень которых на 300 мВ выше уровня восстановленной постоянной составляющей, равного 0,7 В. Конденсатор C2 и резистор R4 служат для расширения (увеличения длительности) выявленных импульсов синхронизации длительностью 4–8 мкс для того, чтобы вместить после входного синхроимпульса 8 периодов сигнала цветовой синхронизации (3,58 МГц). Такой растянутый синхроимпульс поступает на буферные компараторы IC2-c и IC2-d, а затем с их выходов 13 и 14 (с открытым коллектором) включает основной усилитель IC1-a, выполняющий функцию буфера/инвертора. Коэффициент усиления инвертирующего входа основного видеоусилителя (IC1-a) задается резистором R3 и равен 2: $-R_1/R_3 = -2$, а коэффициент усиления неинвертирующего входа этого усилителя задается резистором R4 и равен 4: $R_1/R_4 = +4$. При сочетании этих двух выходов достигается общий коэффициент усиления, равный +2 при выполнении функции буфера и -2 – инвертора. Когда поступает синхронная и цветовая составляющие входного сигнала, выходы элементов IC2-c и IC2-d открыты, и общий коэффициент усиления (усилителя IC1-a) равен +2. В течение остального времени неинвертирующий вход усилителя IC1-a с коэффициентом усиления +4 замкнут на выход компаратора IC2-d (вывод 14), так как на нем устанавливается низкий уровень, и общий коэффициент усиления становится равен -2. А благодаря низкому уровню на выходе 13 компаратора IC2-c на инвертирующем выходе усилителя IC1-a создается смещение, необходимое для поддержания уровня инвертированного видеосигнала выше уровня черного. Уровень черного на выходе устанавливается подстройкой потенциометра R7 таким



образом, чтобы он соответствовал пиковому уровню белого в негативе. Выходное сопротивление схемы совпадает с сопротивлением резистора R12 и равно 75 Ом. Стабилизатор IC3 (типа 78L05) обеспечивает стабильное питание (5 В) для схемы от аккумулятора 9 В или адаптера переменного тока.

ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ МОНИТОРА

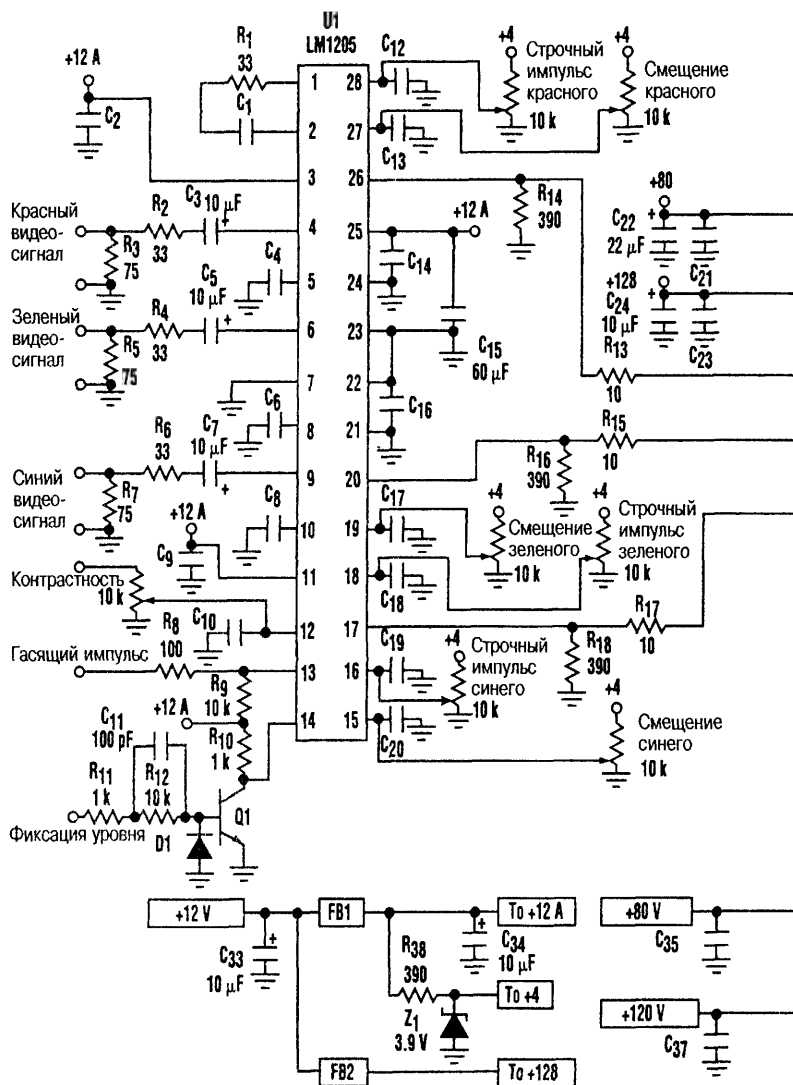


Рис. 114.5 (1 из 2)

Electronic Design

Примечание. Диоды типа FDH400; pnp-транзисторы типа MPSA92; npn-транзисторы типа 2N2369. Все обозначения на схеме конденсаторы емкостью 0,1 мкФ.

Основными элементами схемы (рис. 114.5) являются предусилитель и микросхема оконечного видеосуилителя. В этом видеосуилителе монитора отражены все перспективы развития компьютерных видеомониторов в будущем, включая качество изображения с повышенной разрешающей способностью и более высокую частоту смены кадров. Обычно такой усилитель устанавливается между секцией предусилителя и секцией видеосуилителя электронно-лучевой трубки

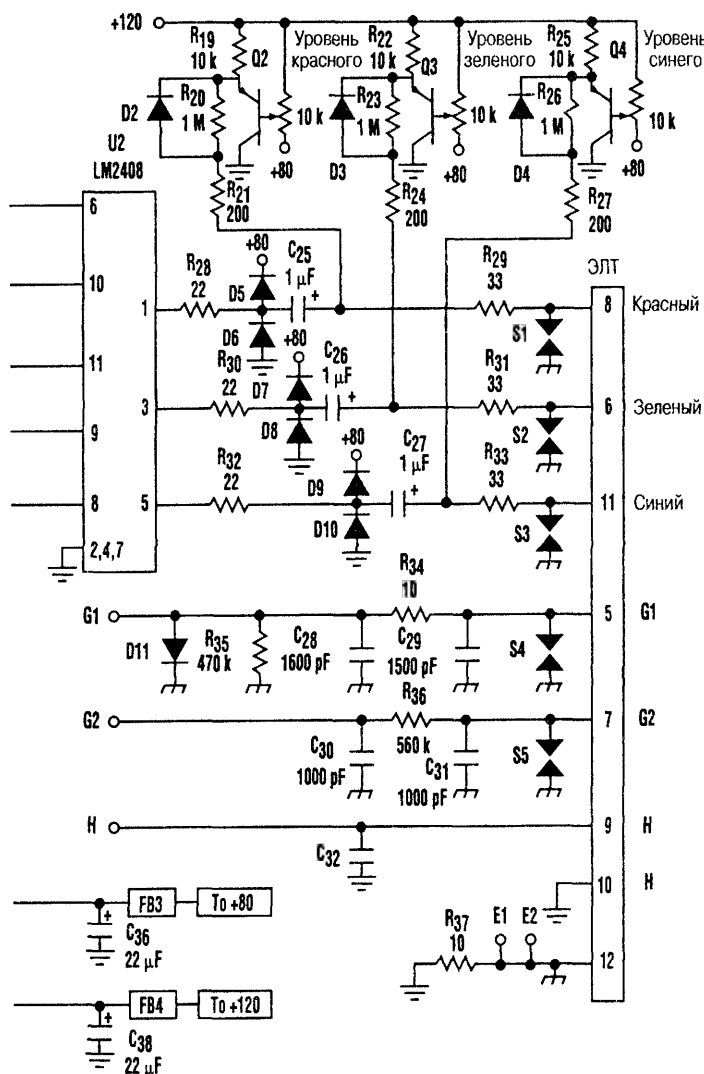
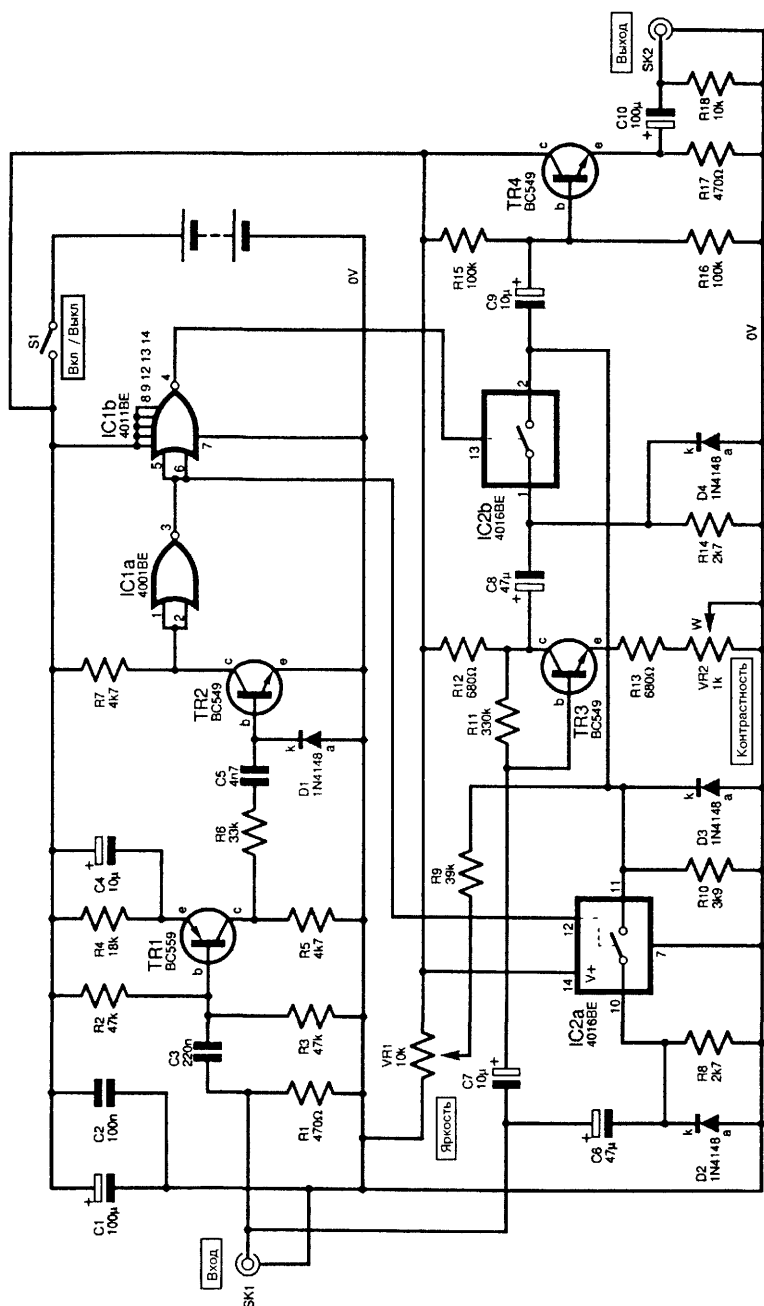
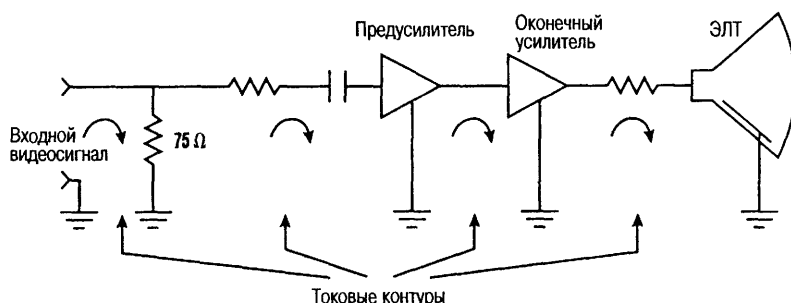


СХЕМА ПРОСМОТРА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ В НЕГАТИВЕ



Схема, приведенная на рис. 114.6, инвертирует видеосигнал, сохраняя при этом полярность синхросигнала. Следовательно, она выдает негативное видеоизображение. Синхросигнал выделяется частью схемы, состоящей из транзисторов TR1 и TR2, элементов IC1a и IC1b микросхемы 4011BE. Затем с помощью этого синхросигнала осуществляется управление аналоговыми переключателями IC2a и IC2b, чтобы сохранить полярность синхросигнала во время инвертирования видеосигнала транзистором TR3. Транзистор TR4 – это эмиттерный повторитель, обеспечивающий низкое выходное сопротивление схемы. Изначально это устройство предназначалось для просмотра фотонегативов на видеомониторе.

СХЕМА СОГЛАСОВАНИЯ С ВИДЕОМОНИТОРОМ



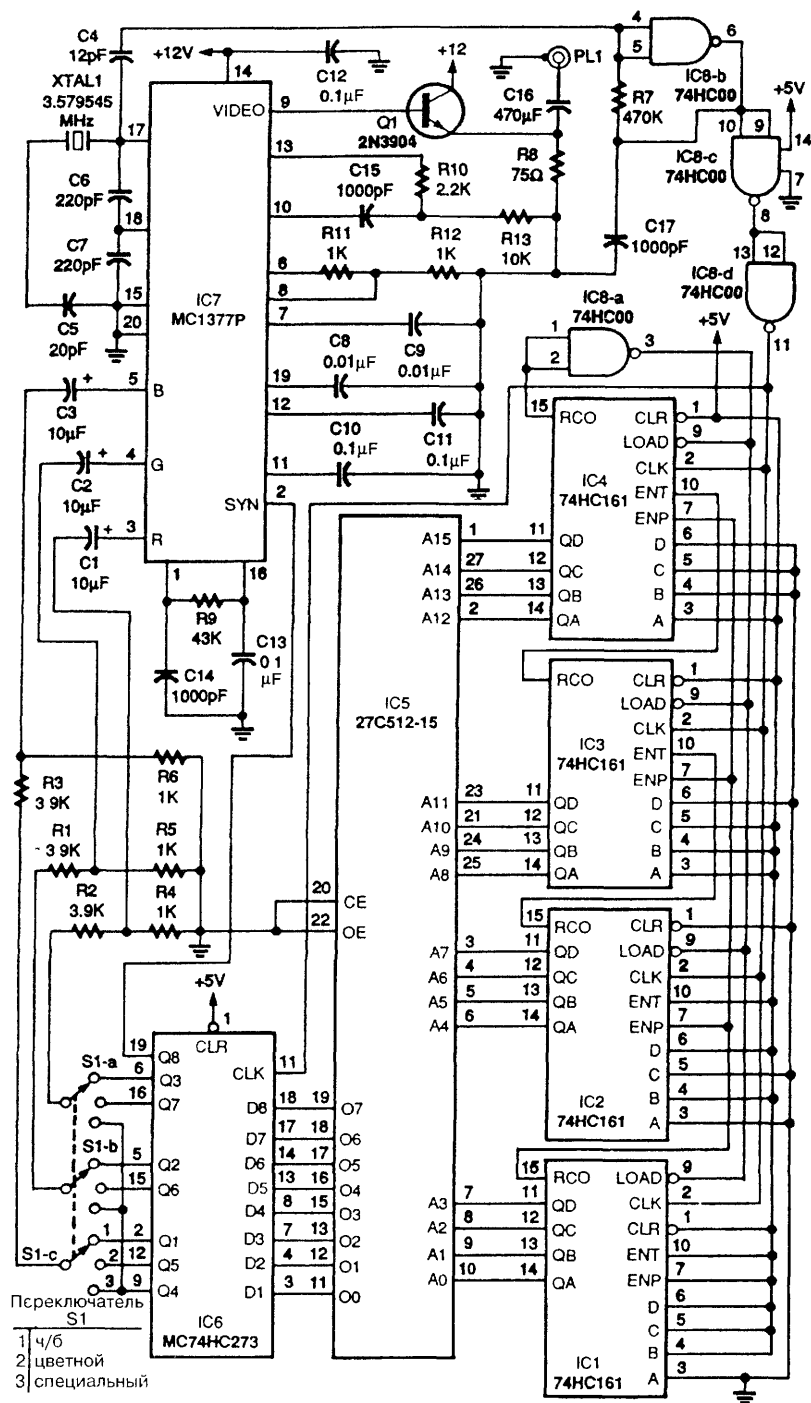
Electronic Design

Рис. 114.7

Лучший метод согласования с видеовыходом – это подключение видеокабеля непосредственно к входному разъему видеоусилителя, не подключая его сигнальные или экранированные провода к другим частям монитора.

ГЕНЕРАТОР ТЕСТОВЫХ КОДОВ

Для формирования полного NTSC синхро- и видеосигналов генератор синхроимпульсов с частотой 3,58 МГц запускает цепочку счетчиков, которая обращается к запрограммированному СППЗУ (стираемое программируемое ПЗУ). В зависимости от требований СППЗУ может быть запрограммирована для различных тестовых последовательностей. При помощи переключателя можно выбрать различные варианты тестов: «шахматное поле», контрольных цветовых полос или сделанный по заказу. Общее число пикселей в тесте, изготовленном по заказу, равняется 43605. Каждый пиксел может быть запрограммирован на один из восьми цветов из теста контрольных цветовых полос. Сигнал цветности формируется из входных



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ RGB В NTSC

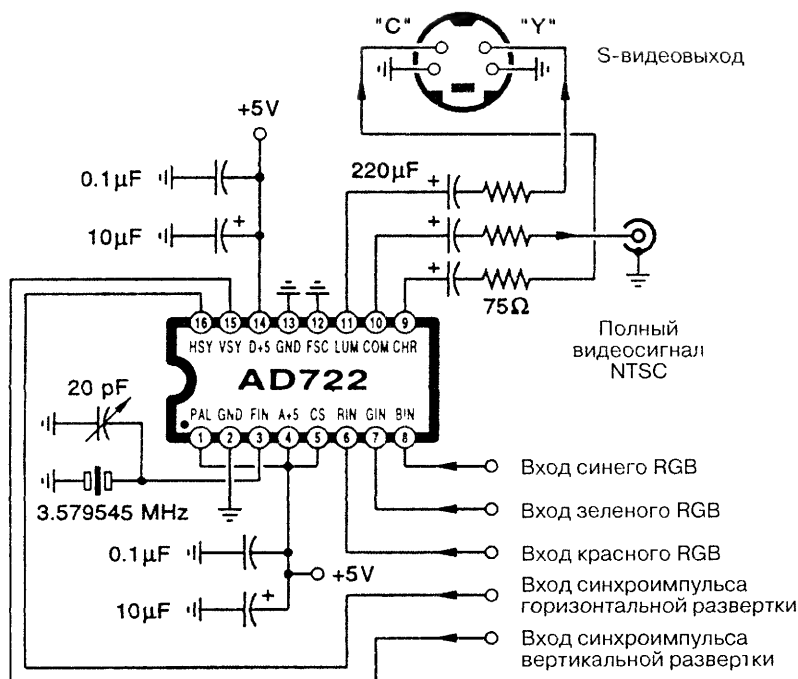
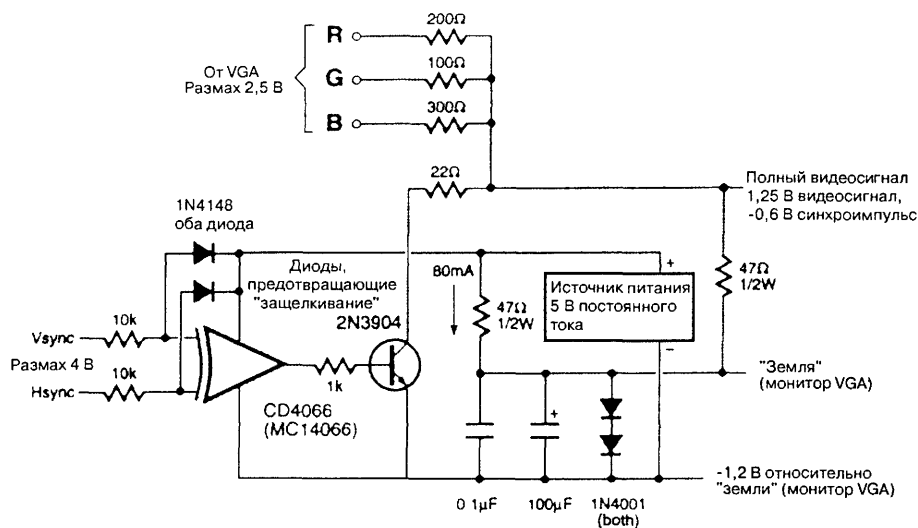


Рис. 114.9

Рис. 114.9 представляет собой схему преобразователя сигналов RGB в NTSC. Следует отметить, что входы частот развертки, чересстрочной и покадровой развертки, частотный диапазон телеканалов должны быть ТВ-совместимыми, иначе эта схема будет бесполезна. Здесь применяется микросхема типа AD722, изготовленная фирмой Analog Devices.

СХЕМА СЛОЖЕНИЯ RGB- И СИНХРОСИГНАЛОВ

На рис. 114.10 показана схема, выполняющая сложение RGB- и синхросигналов от компьютера с целью формирования NTSC B/W видеосигнала, который можно подавать на обычный видеомонитор.



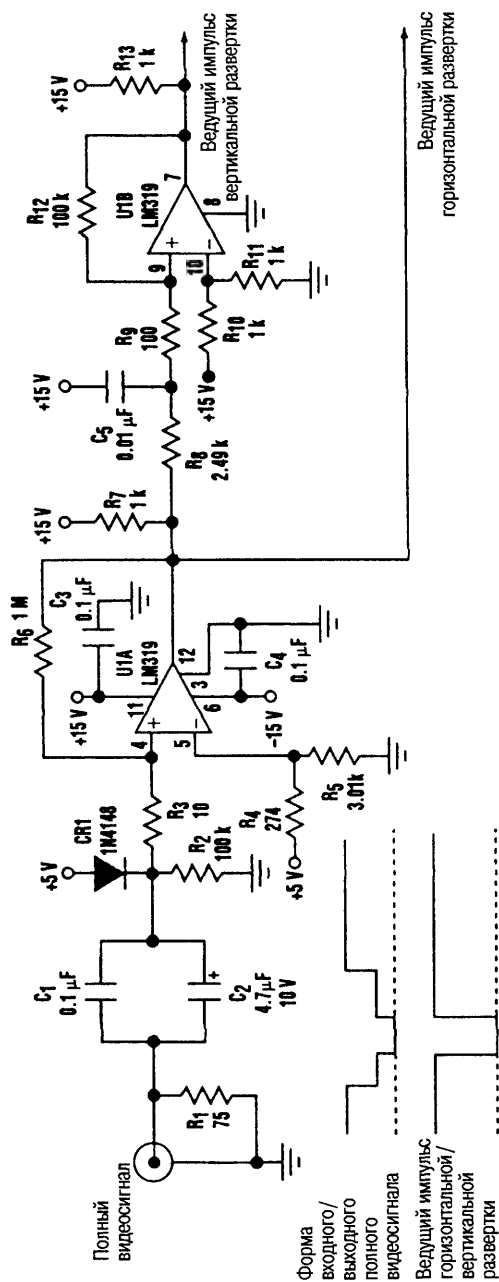
Nuts and Volts

Рис. 114.10

Примечания. Для обеспечения достаточного тока в 50-омной нагрузке можно перегрузить RGB-входы или увеличить сопротивление резистора 47 Ом и резисторов R/G/B/S. Все резисторы 1/4 Вт, если не указано другое.

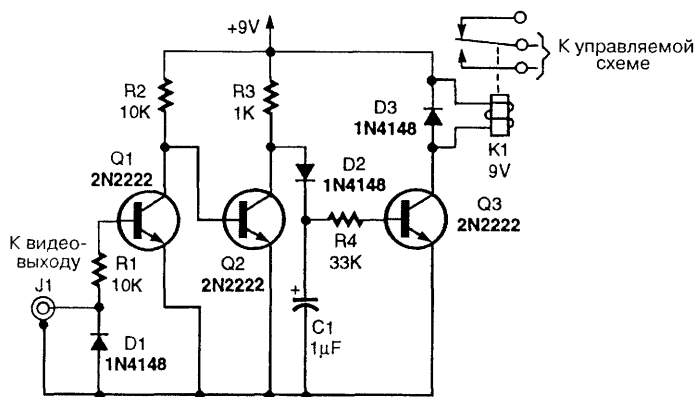
СХЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ СИНХРОСИГНАЛА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТ РАЗВЕРТКИ

Двухкомпараторная схема выделения синхросигнала для различных частот развертки обеспечивает отдельные импульсы вертикальной и горизонтальной развертки, которые совмещаются с синхроимпульсами полного входного видеосигнала. При использовании двухкомпараторной ИС типа LM319 вместе со вспомогательными элементами, показанными на рис. 114.11, это устройство способно выделять горизонтальный (HSYNC) и вертикальный (VSYNC) синхроимпульсы из различных видеосигналов: от видеосигнала стандарта RS170 (чересстрочная развертка 525/2:1) до профессиональных видеоустройств высшего класса с разверткой 1280×1024/1:1 (с построчной, прогрессивной, разверткой). Полный входной видеосигнал поступает через конденсаторы C1 и C2 в точку соединения резисторов R2, R3 и диода CR1. Максимальный уровень видеосинхроимпульсов фиксируется диодом CR1 на уровне приблизительно 4,5 В, затем они поступают на неинвертирующий вход 4 компаратора U1A. С помощью цепи положительной обратной связи, состоящей из резисторов R6 и R3, получается гистерезис примерно 150 мВ, что обеспечивает изменение устойчивого состояния на выходе 12 компаратора U1A. Фильтр низких частот, сформированный из резистора R8 и конденсатора C5, препятствует уменьшению амплитуды синхроимпульса горизонтальной развертки,



прошедшего через фильтр, ниже порогового напряжения 7,5 В, которое для инвертирующего входа элемента U1B (вывод 10) устанавливается резисторами R10 и R11. Для неинвертирующего входа элемента U1B (вывод 9) резисторы R9 и R12 вводят гистерезис примерно 15 мВ. Вследствие большей длительности, присущей синхроимпульсу вертикальной развертки, на выходе 12 компаратора U1A достаточно долго сохраняется потенциал, близкий к уровню «земли». Поэтому на конденсаторе C5 накапливается заряд, достаточный для превышения уровня порогового напряжения и формирования ведущего импульса вертикальной развертки (VDRIVE) на выходе (вывод 7) элемента U1B.

КОНТРОЛЛЕР, УПРАВЛЯЕМЫЙ ВИДЕОСИГНАЛОМ



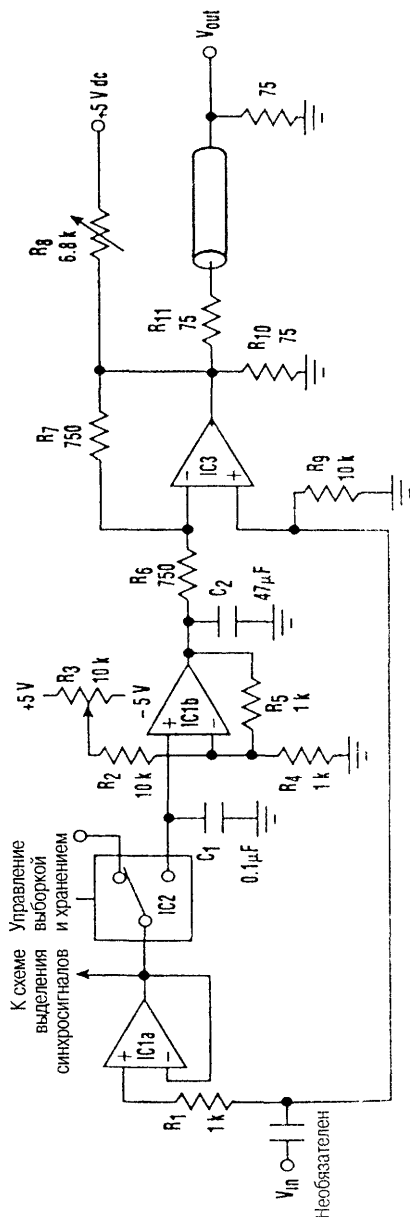
Popular Electronics

Рис. 114.12

Если требуется таймер, который должен быть программируемым, прецизионным и обеспечивающим длительные временные задержки, то для этого можно использовать практически любой видеомаягнитофон, причем без какой-либо модификации. Нужна лишь схема, определяющая наличие выходного видеосигнала при включении видеомаягнитофона. Первый диод D1 устанавливает уровень отрицательного видеосигнала равным уровню «земли». Остальная часть схемы реагирует на цифровой синхросигнал, при поступлении которого конденсатор заряжается, и включается реле. В большинстве случаев даже не требуется вставлять видеокассету: необходимо настроить видеомаягнитофон на активный (телевизионный) канал, поскольку выходной видеосигнал должен появиться, как только включится видеомаягнитофон. Поэтому время работы схемы не ограничивается длиной ленты видеокассеты.

ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ СО СХЕМОЙ ВЫДЕЛЕНИЯ СИНХРОИМПУЛЬСА И СХЕМОЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

Приведенная на рис. 114.13 схема пропускает видеосигналы частотой 220 МГц (ширина полосы пропускания на уровне -3 дБ) и одновременно выделяет синхроимпульс и постоянную составляющую сигнала. Такая схема может быть использована в типичном выходном кабельном видеоусилителе, к которому в качестве нагрузки подключается двохканальная согласованная линия сопротивлением 75 Ом. Иными словами, операционный видеоусилитель IC3 (ИС типа HFA1103), включен так, чтобы коэффициент усиления равнялся $+2$, что обеспечивает общий коэффициент усиления, равный 1. Микросхема операционного видеоусилителя HFA103 разработана специально для выделения синхроимпульса. прп-транзистор с открытым эмиттером на выходе данного усилителя вместе с нагрузочным резистором образует повторитель напряжения, пропуская активный видеосигнал и полностью исключая отрицательный синхроимпульс. Остаточный синхросигнал, определяемый как остаток от исходного синхроимпульса -300 мВ относительно уровня «зем.ли», составляет всего 8 мВ на выходе кабеля, подключенного к ИС IC3. Поскольку в микросхеме HFA1103 не содержится активных элементов, понижающих напряжение на выходе, линейность выходного сигнала уменьшается при приближении уровня сигнала к 0 В. В связи с этим на выходе ставятся нагрузочный резистор R8 сопротивлением 6,8 кОм и согласующий выходной резистор R10 сопротивлением 75 Ом. Резисторы обеспечивают фиксированное положительное напряжение смещения нуля на выходе, в нашем случае оно составляет приблизительно $+50$ мВ. Это значение напряжения было выбрано как компромисс между линейностью, близкой

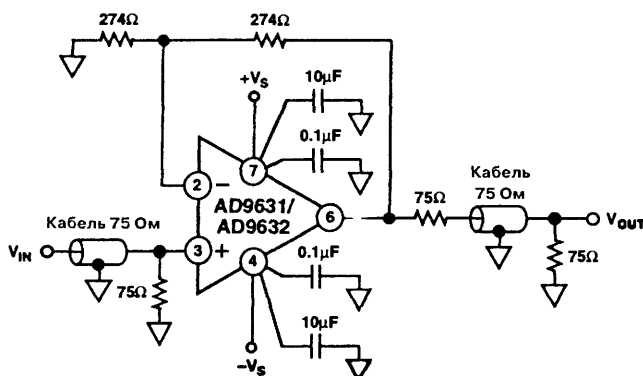


к уровню сигнала постоянного тока, и минимальным значением остаточного синхросигнала. Увеличение сопротивления резистора R8 приведет к уменьшению остаточного синхросигнала за счет ухудшения линейности, и наоборот, уменьшение сопротивления – к увеличению остаточного синхросигнала при снижении нелинейности. Восстановление постоянной составляющей в этой схеме достигается за счет использования сдвоенного ОУ (микросхема CA5260: элементы IC1a и IC1b), связанного с ИС выборки и хранения. Последняя построена на микросхеме переключателя IC2 (ИС серии 74НС4053).

Примечание.

1. IC1a + IC1b = CA5260 сдвоенный операционный усилитель.
2. IC2 = 74НС4053 переключатель.
3. IC3 = HFA1103 операционный видеоусилитель.

КАБЕЛЬНЫЙ ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ С ШИРИНОЙ ПОЛОСЫ ПРОПУСКАНИЯ 150 МГц



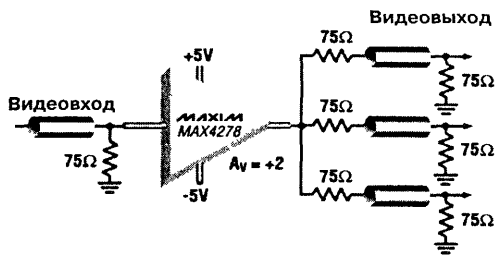
Analog Dialogue

Рис. 114.14

В этом усилителе применяется микросхема Analog Devices P/N AD9631/9632. Ширина его полосы пропускания более 150 МГц.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВИДЕОУСИЛИТЕЛЬ

В распределительном видеоусилителе (см. рис. 114.15) используется одна микросхема MAX4278 с коэффициентом усиления 2 (6 дБ). Таким образом, три нагрузки сопротивлением 75 Ом могут подключаться к одному выходу усилителя с тем же внутренним сопротивлением. Схема обеспечивает равномерное усиление по уровню 0,1 дБ при частотах до 150 МГц.



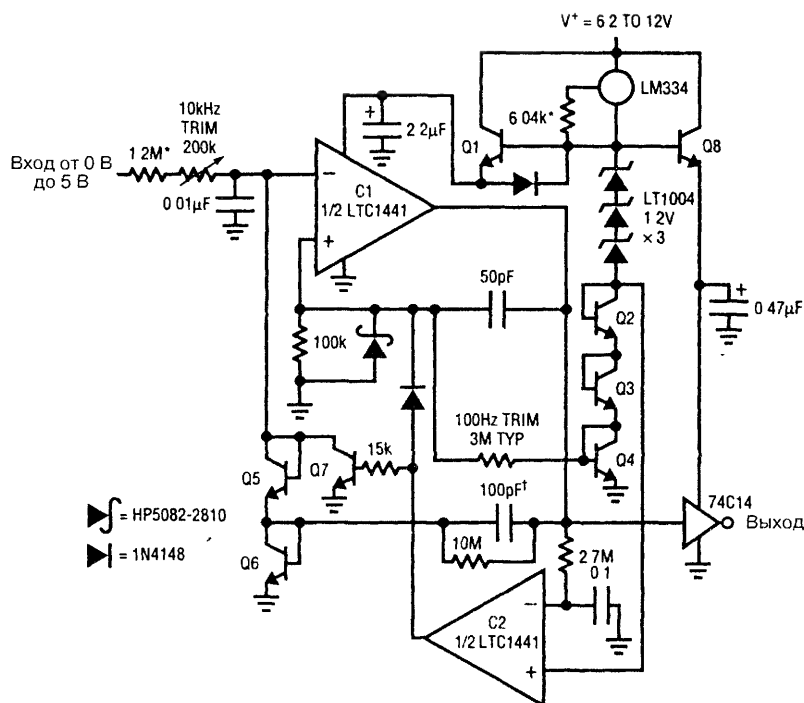
Maxim

Рис. 114.15

ГЛАВА 115

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НАПРЯЖЕНИЕ-ЧАСТОТА

МИКРОМОЩНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЕ-ЧАСТОТА

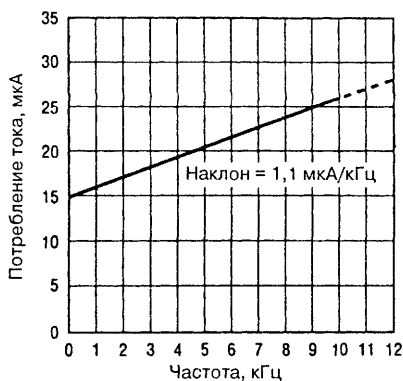


Linear Technology

Рис. 115.1 (а)

Примечание. Транзисторы Q1, Q2, Q8 типа 2N5089, все остальные – 2N2222. Конденсаторы, обозначенные (+), полистироловые. Резисторы, обозначенные (*), металлопленочные, $\pm 1\%$. Все неиспользованные входы микросхемы 74C14 должны быть заземлены.

В преобразователе напряжение – частота (ПНЧ) используются все преимущества малого потребления энергии микросхемой LTC1441 в динамическом режиме. При



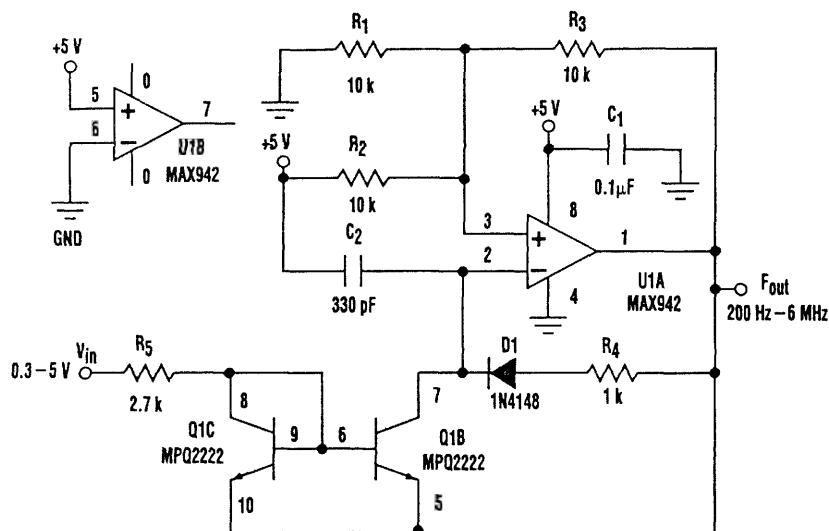
Linear Technology

Рис. 115.1 (6)

входном сигнале от 0 до 5 В выходная частота схемы изменяется от 0 до 10 кГц с нелинейностью 0,02%, дрейфом 60 ppm/°C и ослаблением влияния изменения питания на выходной сигнал до 40 ppm/V. Максимальный ток, потребляемый этой схемой, составляет всего 26 мкА, что в 100 раз меньше, чем у обычно используемых схем. Сигнал с компаратора С1 поступает на емкостный преобразователь, состоящий из транзисторов Q5, Q6 и конденсатора емкостью 100 пФ, который поддерживает его отрицательный входной сигнал на уровне 0 В. Термокомпенсированный источник опорного напряжения для емкостного преобразователя построен на трех стабилитронах LT1004 и вспомогательных элементах. Конденсатор емкостью 100 пФ заряжается до определенного фиксированного напряжения, значит, частота следования – это единственная степень свободы схемы, обеспечивающая обратную связь (ОС). Равные пакеты зарядов поступают на отрицательный вход компаратора С1 с частотой следования, точно пропорциональной входному току, производному от напряжения. Такой принцип работы схемы гарантирует, что выходная частота будет определяться только входным напряжением. Входная перегрузка или перегрузка при запуске может вызвать блокирование связанной по переменному току ОС схемы. Если это случается, то на выходе компаратора С1 устанавливается низкий уровень; после того как компаратор С2 определяет это посредством задержки на RC-цепочке, состоящей из резистора сопротивлением 2,7 МОм и конденсатора емкостью 0,1 мкФ, и на его выходе устанавливается высокий уровень. В результате сигнал на положительном входе компаратора С1 увеличивается, а его отрицательный вход заземляется через транзистор Q7, благодаря чему схема работает нормально. График зависимости потребления тока от частоты для преобразователя напряжение–частота приведен на рис. 115.16.

ШИРОКОПОЛОСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПЯЖЕНИЕ–ЧАСТОТА

На рис. 115.2 представлена схема дешевого широкополосного ПНЧ. Основным элементом прототипа данного ПНЧ является микросхема MAX942 фирмы

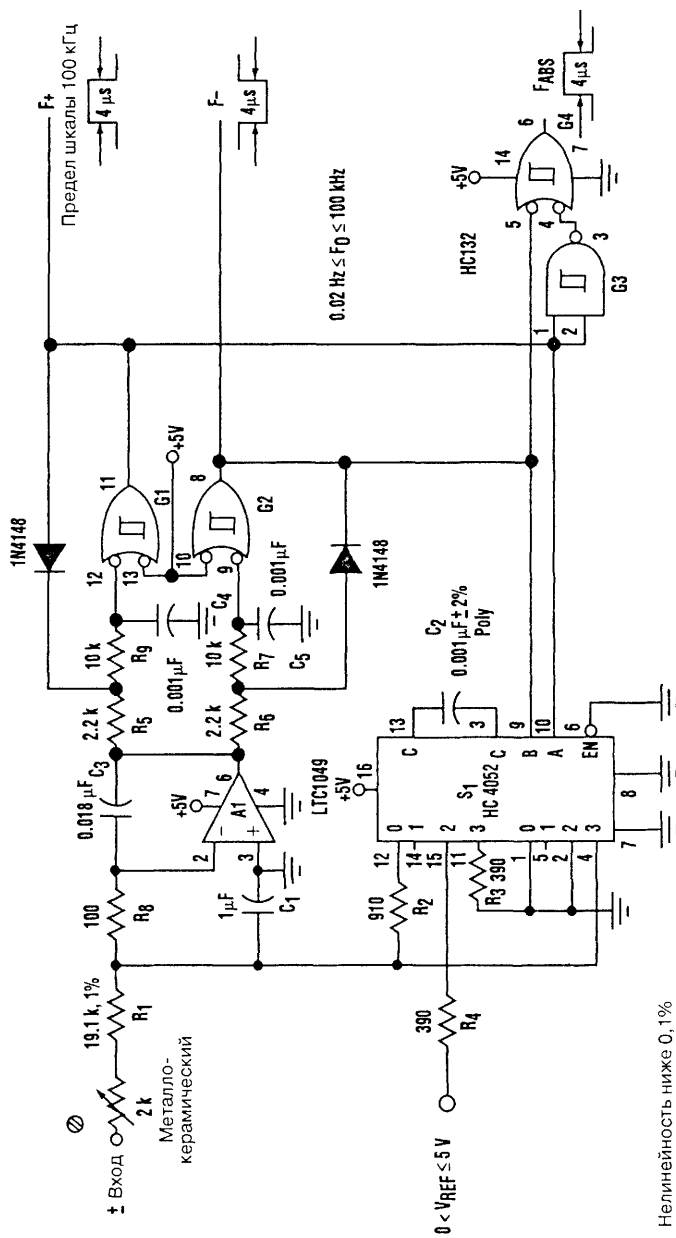


Electronic Design

Рис. 115.2

Maxim – компаратор с высоким быстродействием. При работе схемы с помощью резисторов R1, R2 и R3 обеспечивается гистерезис с пороговыми точками на уровне от 1/3 до 2/3 напряжения питания. Это задает достаточно большой диапазон регулировки длительности выходного импульса. Транзисторы Q1C и Q1B образуют токовое зеркало, которое осуществляет линейризацию напряжения заряда на конденсаторе C2. Как только напряжение на входе 2 компаратора U1 пересекает нижнюю пороговую точку, выход компаратора открывается. Если напряжение на входе токового зеркала становится выше установленного напряжения, то схема закрывается. Открывание диода приводит к разряду конденсатора C2 через резистор R4. Когда напряжение на входе 2 компаратора U1 пересекает верхнюю пороговую точку, схема устанавливается в исходное состояние. Измерения показали, что линейность прототипа схемы составляет примерно 2% по всему тестируемому диапазону. Кроме того, если используется микросхема MAX942, то схема будет работать с частотой до 6 МГц, но для этого нужно тщательно подбирать конденсатор C2 и гистерезисные резисторы. В схеме токового зеркала можно применять дискретные транзисторы вместо модуля из четырех транзисторов MPQ2N2222 фирмы Motorola. Но в этом случае вероятно, что устройство будет нестабильно работать на низких частотах. Транзисторы следует расположить так, чтобы температурные условия для них были одинаковыми. Наилучший вариант – это использование согласованной транзисторной пары, например MAT-01 фирмы Analog Devices.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЕ-ЧАСТОТА



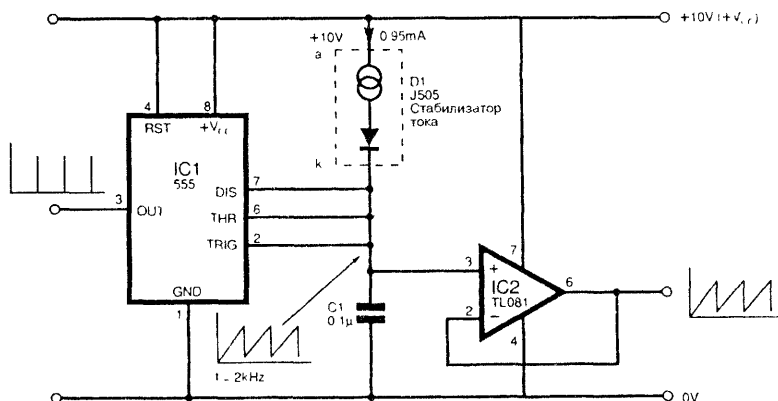
Нелинейность ниже 0,1%

ПНЧ, схема которого приведена на рис. 115.3, потребляет ток менее 10 мА от одного источника питания напряжением +5 В и имеет три выхода при полосе частот выходных импульсных сигналов 0–100 кГц. Сигнал на одном выходе пропорционален положительным входным напряжениям, этот выход становится неактивным при поступлении на вход сигналов отрицательного напряжения. Сигнал на другом выходе реагирует на отрицательные входные сигналы, а на третьем – выходная частота пропорциональна абсолютной величине входного напряжения. Некорректируемое смещение нуля ПНЧ составляет менее 1 ppm от всей шкалы, а нелинейность – менее 0,1%.

ГЛАВА 116

ГЕНЕРАТОРЫ СИГНАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФОРМЫ

ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ



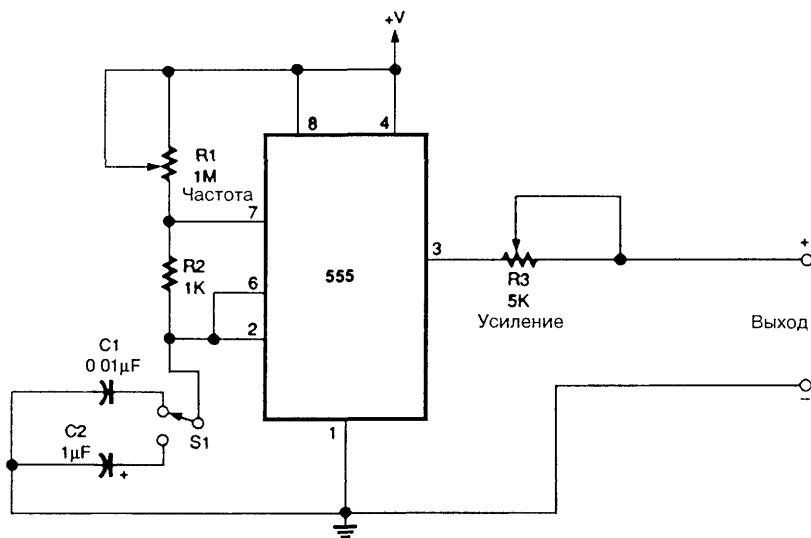
Everyday Practical Electronics

Рис. 116.1

Заряд времязадающего конденсатора микросхемы 555 приводит к экспоненциальной зависимости напряжения. На выходе получится сигнал прямоугольной формы с малым временем нарастания. Но данной схемой может генерироваться и пилообразное напряжение: для этого вместо цепочки резисторов следует установить источник стабильного тока. На рис. 116.1 показано, как, используя простой источник тока постоянной величины, построенный на токостабилизирующем двухполюснике J505 (D1), можно получить вполне приемлемый выходной сигнал пилообразной формы, который образуется на конденсаторе C1. D1 должен быть рассчитан на ток 1 мА (номинальное значение). Предположим, что сначала происходит разряд конденсатора C1, после включения питания напряжение на входе 2 составляет $V_{TRIG} < 1/3V_{CC}$, и конденсатор C1 начинает заряжаться с постоянной «скоростью» накопления заряда от источника стабильного тока D1 до тех пор, пока не будет достигнуто пороговое напряжение $V_{TRIG} = 2/3V_{CC}$. Затем конденсатор C1 будет быстро разряжаться через выход 7 микросхемы IC1 (555) до напряжения $1/3V_{CC}$, затем ИС запустится снова. При напряжении питания 12 В на

выходе получается напряжение пилообразной формы амплитудой 4 В. На рис. 116.1 показана последовательность коротких импульсов на выходе 3.

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ



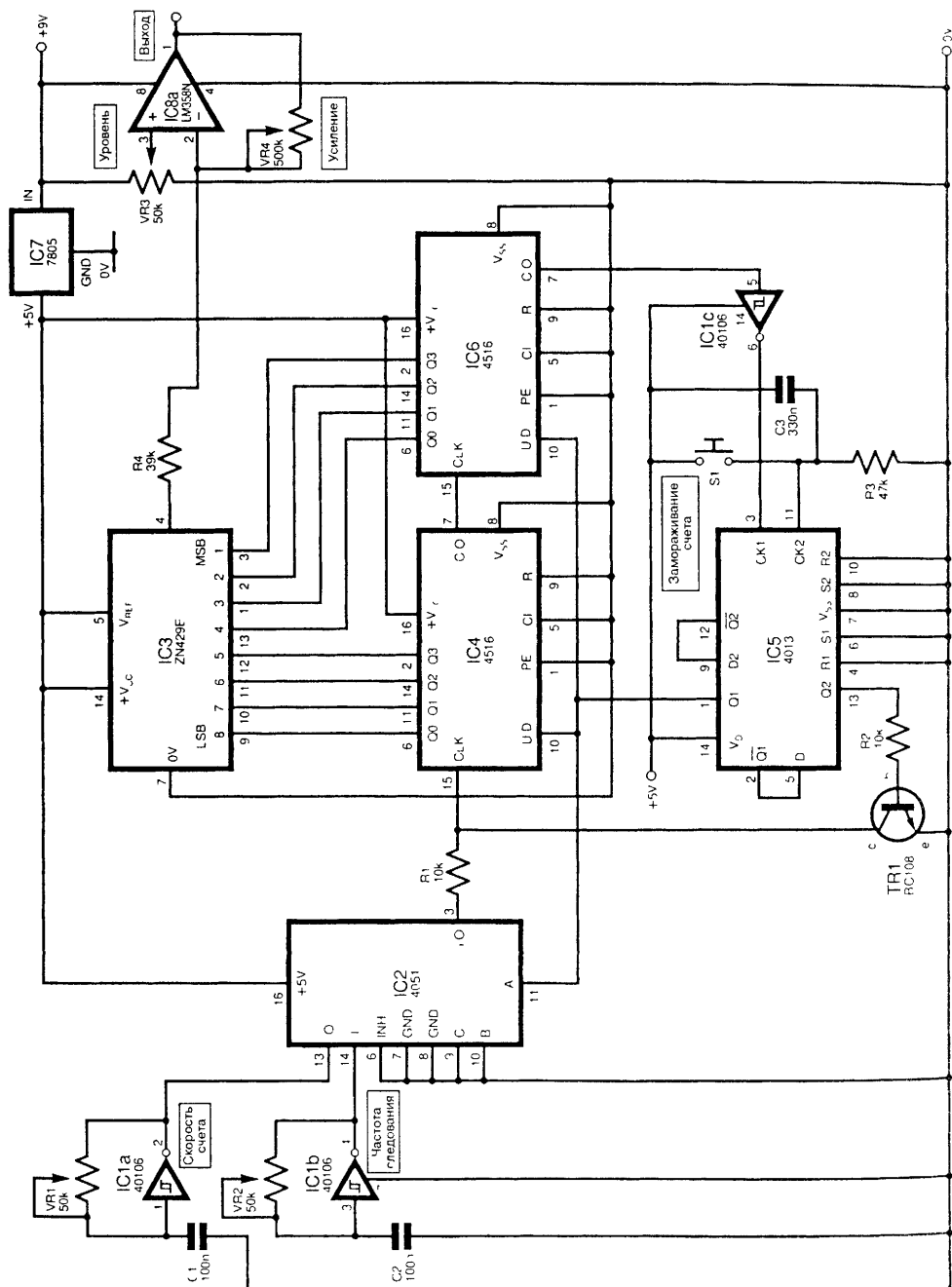
Electronic Experimenters Handbook

Рис. 116.2

Применение ИС NE555 в схеме, показанной на рис. 116.2, позволяет получать выходные сигналы прямоугольной формы частотой от 1 Гц до 10 кГц и более.

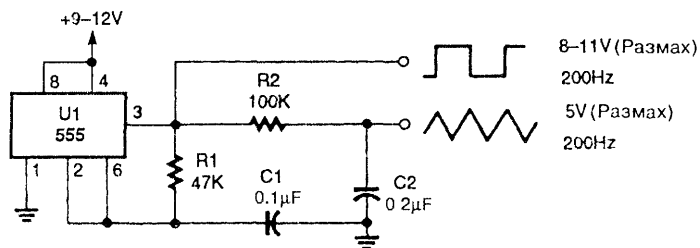
ГЕНЕРАТОР СИГНАЛА ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ

В приведенной схеме (рис. 116.3) цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) используется для формирования сигнала огибающей, нарастанием и спадом которой можно управлять. Музыкальные синтезаторы – типичная область применения таких схем. Она действует по следующему принципу: элементы IC1-a и IC1-b представляют собой два генератора с перестраиваемой частотой. Их выходные сигналы поступают на микросхему IC2 – демультиплексор, адресация к которому осуществляется через вывод 11. Сигнал с элементов IC1-a и IC1-b передается на выход демультиплексора, вывод 3. Вначале на выводе 11 ИС IC2 был высокий уровень, следовательно, из двух поступивших на его вход сигналов выбран сигнал с генератора IC1-a. Затем этот сигнал через резистор R1 был передан на двоичный счетчик (ИС IC4), который соединен с микросхемой IC6. Таким образом, на выходы двоичных счетчиков поступает 8-разрядный двоичный код от 0 до 255.

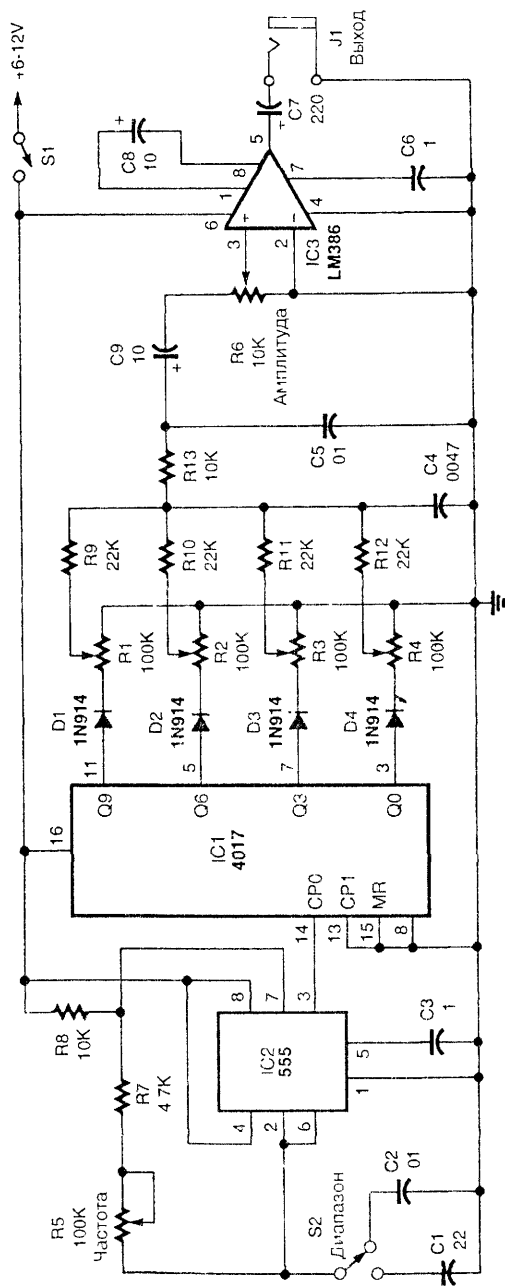


Скорость счета регулируется при помощи потенциометра VR1. Выходы счетчиков соединены непосредственно с ИС IC3, ЦАП типа ZN429E. Цифровое напряжение появляется на выводе 4 микросхемы IC3, и величина этого сигнала всегда лежит в пределах от 0 до 4 В. Когда значение счетчика становится равным предельному – 255, на выводе 7 (CO) микросхемы IC6, выходе переноса, устанавливается низкий уровень. Сигнал инвертируется элементом IC1c и используется в качестве тактового импульса для ИС IC5 (D-триггер типа 4013). При поступлении этого импульса на выходе 1 ИС IC5 устанавливается низкий уровень, и таким образом логический ноль подается на вывод 11 демультиплексора IC2 и на вывод 10 (UP/DOWN) обоих счетчиков. Далее сигнал с генератора IC1-b приходит на счетчики через демультиплексор, и счетчики начинают отсчет в обратном направлении – от 255. Значит, напряжение на выходе микросхемы IC3 станет спадать со «скоростью», установленной потенциометром VR1. Как только счетчик пройдет 0 и вернется к значению 255, импульс снова поступит на выход 7 счетчика IC6, и цикл продолжится. Переключатель S1, защищенный от «дребезга» при помощи резистора R3 и конденсатора C3, может быть нажат в любое время. Это приведет к установлению высокого уровня на выходе 13 D-триггера IC5, к которому подключен транзистор TR1, шунтирующий тактовый импульс счетчиков. Следовательно, в этот момент счет остановится («заморозится»). Вторичное нажатие (размыкание) переключателя S1 приведет к возобновлению счета с того значения, на котором он остановился. ОУ IC8a (половина микросхемы LM358N), выполняющий функции буфера/усилителя, позволяет увеличить выходное напряжение ЦАП (IC3) или сдвинуть уровень постоянной составляющей.

ПРОСТОЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ



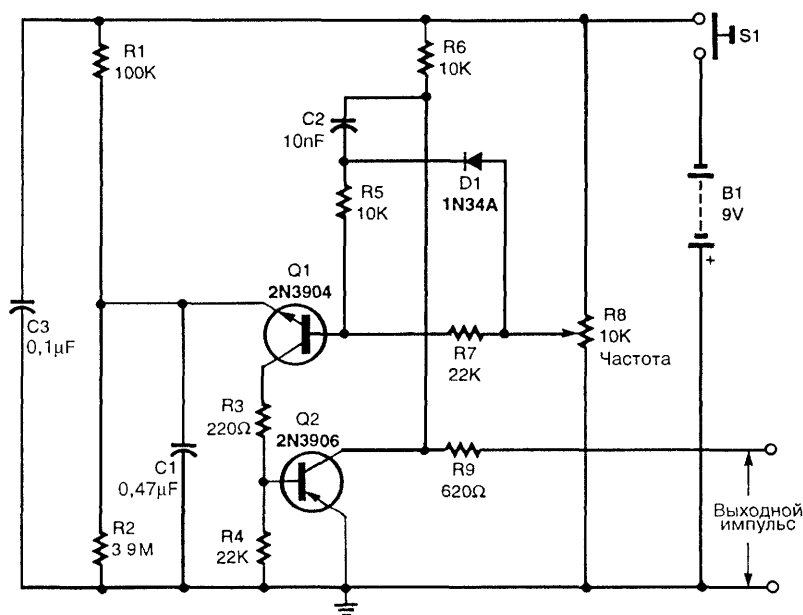
Этот генератор сигналов треугольной формы разрабатывался, чтобы обеспечить наилучшие результаты при минимальном допустимом числе элементов, входящих в схему.

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ ИЗМЕНЯЕМОЙ ФОРМЫ

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

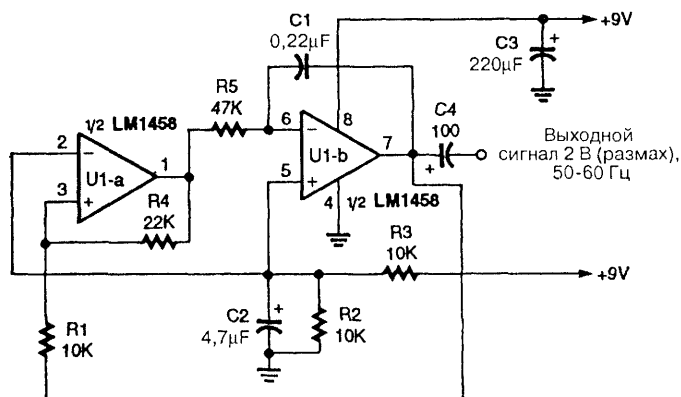
Схема представляет собой генератор ступенчатой функции с фильтром, в котором амплитуда сигнала на каждом шаге устанавливается с помощью потенциометра с линейной характеристикой (R1 – R4). Если расположить потенциометры в порядке возрастания регулируемых ими временных интервалов, как это делается в графических эквалайзерах, то по положению их рукояток можно будет описать форму выходного сигнала. Диапазон частот генератора на ИС типа 555 зависит от емкости конденсатора C1 или C2 и регулируется при помощи потенциометра R5. Выходной сигнал с генератора поступает на тактовый вход десятичного счетчика типа 4017, выходы которого включаются по одному. Линейные потенциометры делят напряжение на каждом из выходов, и, следовательно, определяют выходное напряжение на данной точке шага. На принципиальной схеме (см. рис 116.5) показаны только потенциометры на выходах Q0, Q3, Q6 и Q9, но чтобы получить колебания более сглаженной формы, надо установить потенциометры на всех выходах, за исключением вывода CARRY OUT (перенос). Суммарный сигнал поступает на фильтр из резистора R13 и конденсаторов C4 и C5, поэтому выходной сигнал оказывается округленным. Амплитуда выходного сигнала регулируется на входе аудиоусилителя LM386. Для получения более высоких частот нужно заменить этот усилитель на 741 или другой высокочастотный операционный усилитель.

ПРОСТОЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР



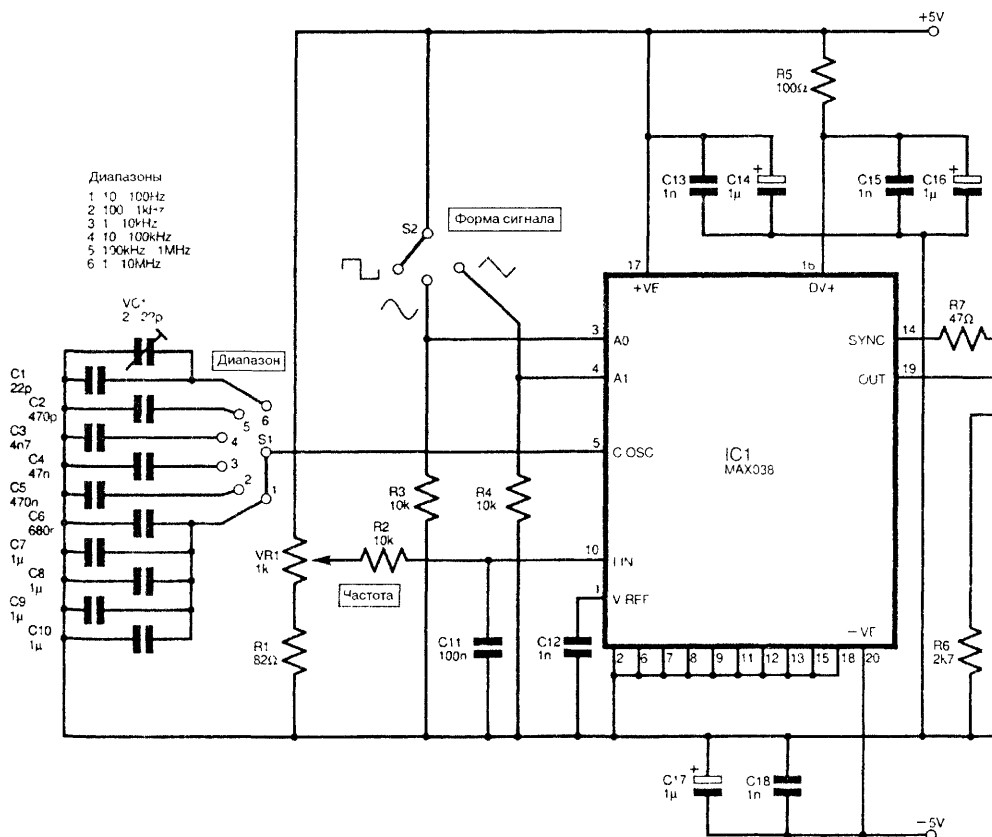
При включении питания схемы, показанной на рис. 116.6, времязадающий конденсатор $C1$ заряжается через резистор $R1$ от аккумулятора $B1$ до тех пор, пока эмиттерный переход транзистора $Q1$ не сместится в прямом направлении, и транзистор откроется. Когда это произойдет, на базу транзистора $Q2$ через резистор $R3$ поступит прямое смещение от транзистора $Q1$. Как только транзистор $Q2$ откроется, на коллекторной нагрузке (резистор $R6$) сформируется импульс, который через конденсатор $C2$ и включенный с ним последовательно резистор $R5$ создаст смещение в базе транзистора $Q1$. Это приведет к быстрому разряду конденсатора $C1$ через транзистор $Q1$, и затем цикл повторится. В сущности, транзисторы $Q1$ и $Q2$ представляют собой усилитель с высоким коэффициентом усиления и обратной связью через конденсатор $C2$. Дiod $D1$ уменьшает время восстановления конденсатора $C2$, а величина базового смещения устанавливается резистором $R8$. То есть это тот уровень, до которого заряжается времязадающий конденсатор $C1$ перед тем, как сигнал обратной связи инициирует его разряд. Чем меньше исходное базовое смещение транзистора $Q1$, тем выше частота повторения циклов в схеме. Поэтому для обеспечения рабочего диапазона в девять октав частота подстраивается с помощью потенциометра $R8$. Схема может работать от источника питания напряжением от 5 до 25 В, но оптимальным напряжением питания является 9 В. Выходное сопротивление схемы составляет приблизительно 600 Ом. пилообразный сигнал, который можно использовать в качестве сигнала линейной развертки осциллографа, получается на конденсаторе $C1$. В делителях частоты, генераторах развертки и отсчетчиках времени импульсы синхронизации на базу транзистора $Q1$ допускаются подавать через конденсатор малой емкости. Частотный диапазон можно изменить, варьируя емкости конденсаторов $C1$ и $C2$. При емкости конденсаторов $C1$ 100 мкФ и $C2$ 3 мкФ схема будет работать с частотами даже до 1/20 Гц.

ГЕНЕРАТОР КОЛЕБАНИЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ



Низкочастотный генератор колебаний треугольной формы (см. схему на рис. 116.8) нетрудно изготовить на основе одной микросхемы двойного ОУ LM1458 и нескольких дешевых элементов. Выходная частота изменяется с помощью резистора R5. Варьируя емкость конденсатора C1, можно сдвинуть частотный диапазон схемы: увеличение его емкости приведет к уменьшению частоты генератора, а уменьшение емкости – к увеличению частоты. Уровень выходного сигнала зависит от сопротивления резистора R4. При питании схемы напряжением 9 В максимальная амплитуда выходного сигнала треугольной формы составляет 2 В.

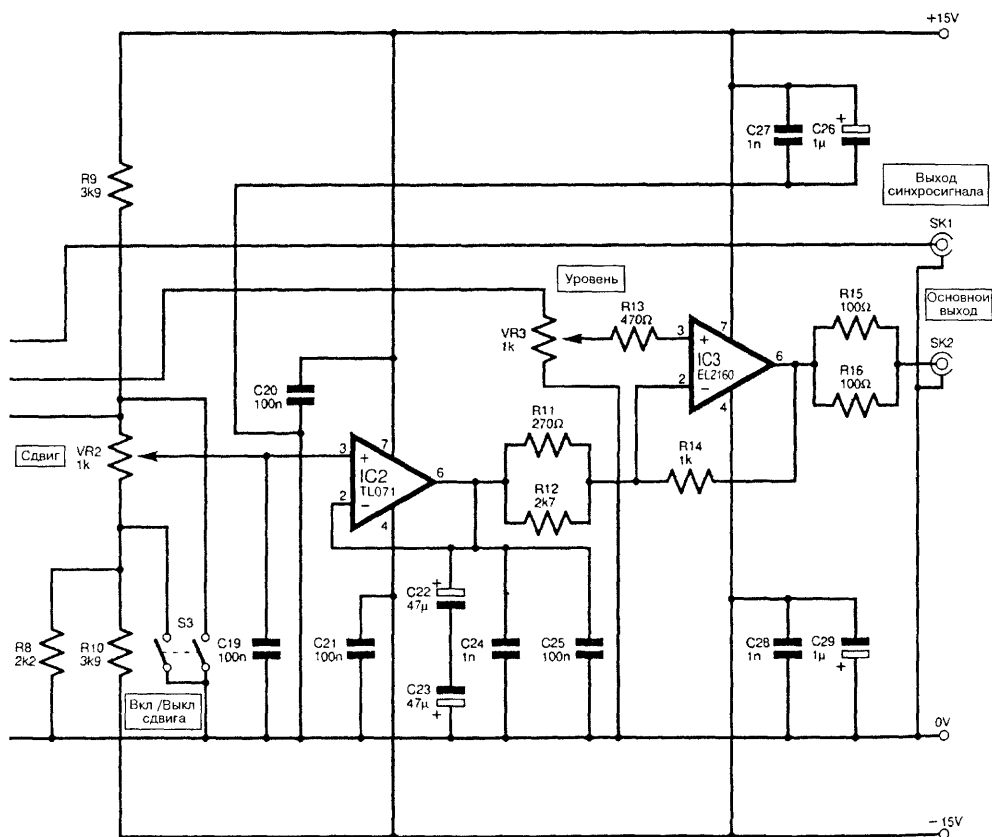
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕНЕРАТОР С МАКСИМАЛЬНОЙ ЧАСТОТОЙ 10 МГц

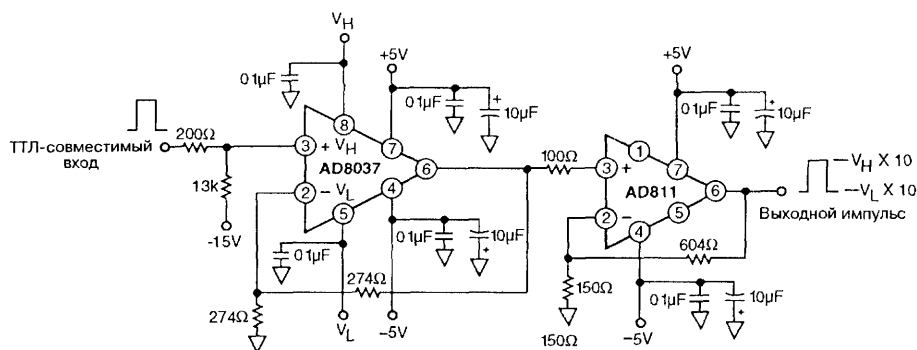


В генераторе (рис. 116.8) использована микросхема МАХ038, которая вырабатывает выходные сигналы синусоидальной, прямоугольной и треугольной формы с частотой 10 Гц – 10 МГц. Схема будет работать лучше, если применить рациональную методику разводки печатной платы для работы ИС с частотой до 50 МГц или выше.

ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ГЕНЕРАТОР

На рис. 116.9 показана схема программируемого генератора импульсов с плоской вершиной, который имеет ТТЛ-совместимый вход, а максимальная амплитуда его выходного сигнала составляет до 24 В при скорости нарастания выходного напряжения 2500 В/мкс. В качестве защитных буферов на А/Д входах, программируемых



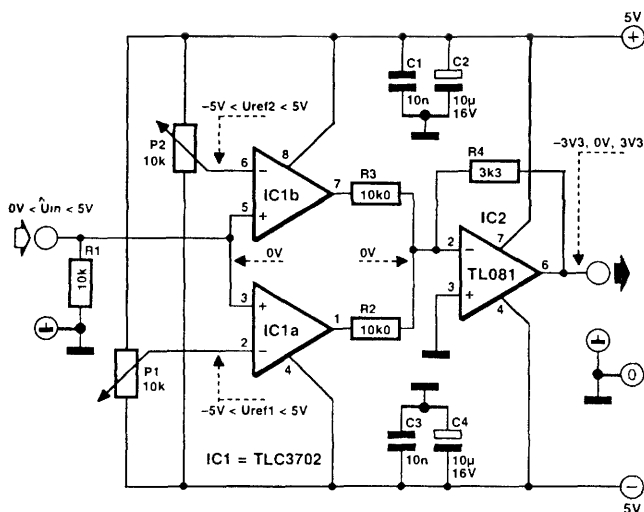


Analog Dialogue

Рис. 116.9

усилителей, формирующих импульс с плоской вершиной, и амплитудных модуляторов хорошо подойдут усилители с фиксацией уровня. Поскольку входы V_H и V_L не применяются во входном каскаде (AD8037) и имеют пропускающую способность входа, сравнимую с шириной полосы входного сигнала, их также можно использовать в простой схеме для формирования абсолютной величины положительного и отрицательного входных сигналов, то есть для двухполупериодного выпрямления этих сигналов.

ГЕНЕРАТОР ГАРМОНИК

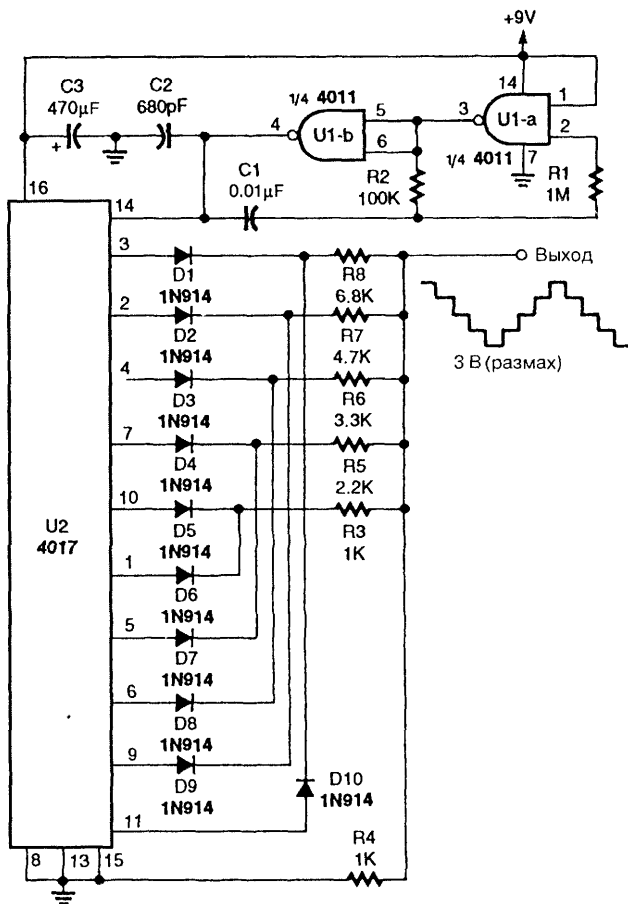


Elektor Electronics

Рис. 116.10

Эта простая схема работает как умножитель частоты, преобразуя входной сигнал любой формы со спадом и нарастанием в выходной сигнал, характеризующийся частотным спектром с большим коэффициентом гармоник. При этом из спектра

ГЕНЕРАТОР СИГНАЛОВ СТУПЕНЧАТОЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ ФОРМЫ

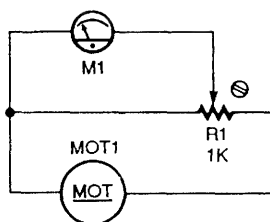


К генератору, состоящему из элементов U1-a и U1-b, подключен кольцевой десятичный счетчик. Матрица резисторов работает как грубый ЦАП, поэтому выходной сигнал имеет ступенчатую треугольную форму (см. рис. 116.11). Форма выходного сигнала может подстраиваться в зависимости от специальных требований с помощью изменения сопротивлений резисторов R4 – R8.

ГЛАВА 117

СХЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ

АНЕМОМЕТР



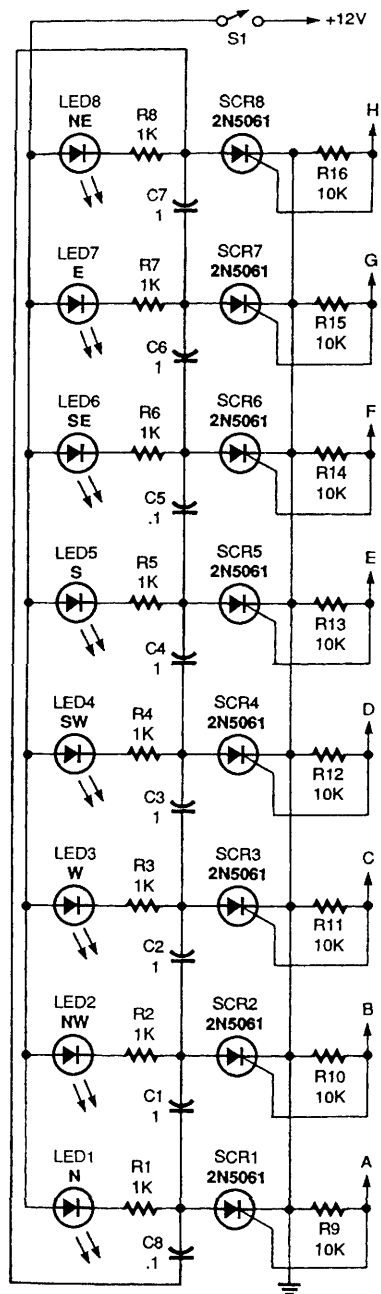
Popular Electronics

Рис. 117.1

Эта схема представляет собой очень простой и дешевый анемометр. В качестве элемента MOT1 можно использовать любой электромотор постоянного тока, в качестве амперметра M1 – милли- или микроамперметр со шкалой, проградуированной от 0 до 50 или до 100. Такие компоненты, как потенциометр сопротивлением 1 кОм на 15 оборотов, есть у любого радиолюбителя. Трехлопастное колесо для моторчика можно сделать из теннисных мячиков или пустых шариков размером с теннисный мячик или мяч для гольфа. Для этого нужно разрезать два мячика пополам и прикрепить три из получившихся половинок к поливинилхлоридной втулке мелкими крепежными винтами 6-32. Калибровку схемы можно осуществить, выставив устройство из окна автомобиля, движущегося со скоростью 20–30 миль в час при безветренной погоде.

ДАТЧИК НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА

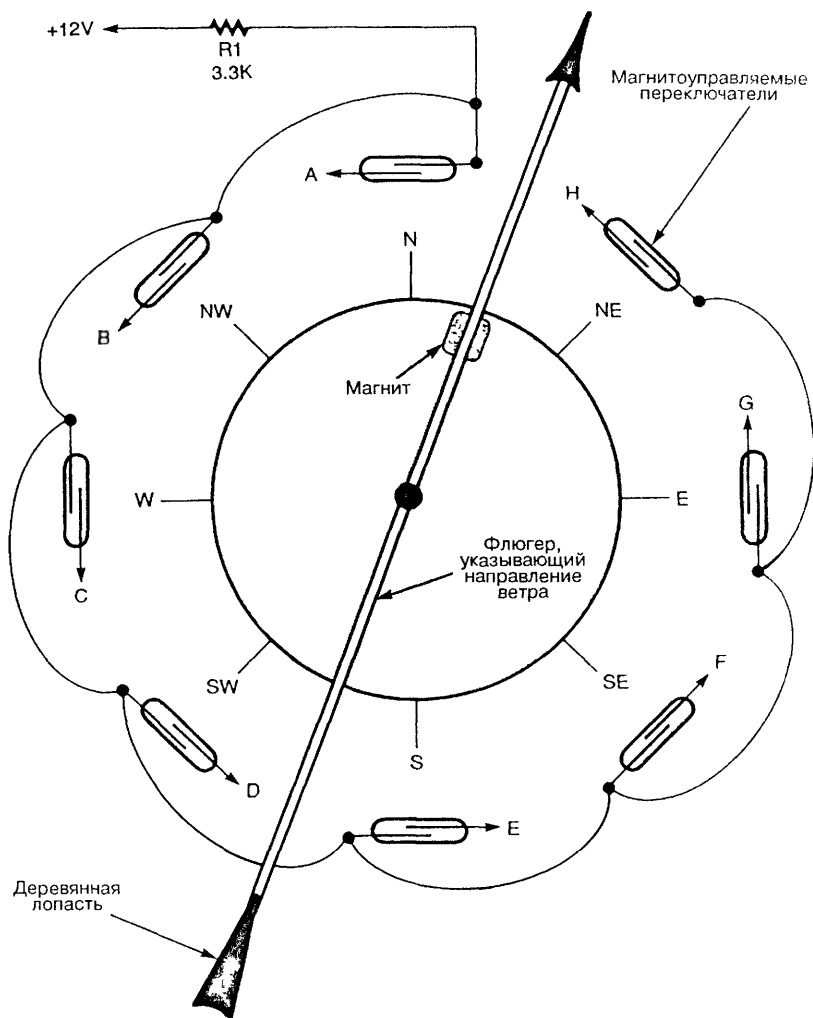
Для изготовления этой схемы потребуется флюгер, аналогичный показанному на рис. 117.26. У него должен быть тяжелый передний наконечник и лопасть сзади.



Popular Electronics **Рис. 117.2 (а)**

Примечание. Номиналы конденсаторов указаны в микрофарадах (мкФ).

К передней части флюгера нужно прикрепить небольшой сильный магнит. Затем восемь магнитоуправляемых (герконовых) переключателей следует разместить вокруг части пластиковой трубки и соединить их проводами (см. рис.117.2б). Следует отметить, что магнитоуправляемые переключатели электрически соединяются от точки А до точки Н. Эти точки соответствуют точкам от А до Н в схеме декодера направления ветра. В этом декодере применяются восемь тириستоров с малым управляющим током типа 2N5061 и восемь светодиодов, которые используются соответственно для определения и отображения положения флюгера. В случае, если флюгер указывает точно на север, геркон А замкнут, и ток поступает на управляющий электрод SCR1. В результате этот тиристор отпирается, и светодиод LED1 загорается. Если ветер немного изменяется, и флюгер поворачивается между севером и северо-востоком или между севером и северо-западом, не включая ни один из герконов, то светодиод LED1 продолжает гореть, указывая предыдущее направление ветра на север. Когда тиристор SCR1 отпирается, конденсаторы C1 и C8 заземляется. Другие выводы этих конденсаторов соединены с шиной питания (напряжением 12 В) через резистор и светодиод, следовательно, напряжение на обоих конденсаторах близко к 12 В. Все остальные конденсаторы не заряжены, поскольку оба вывода каждого из них соединены с напряжением 12 В через резистор и светодиод. При изменении направления ветра на северо-восточное геркон В инициирует отпирание тиристора SCR2, соединяя таким образом положительный вывод конденсатора C1 с «землей». Образующийся отрицательный импульс инициирует запираание тиристора SCR1, и как только тиристор SCR2 отпирается, загорается светодиод LED2, а светодиод LED1 гаснет.

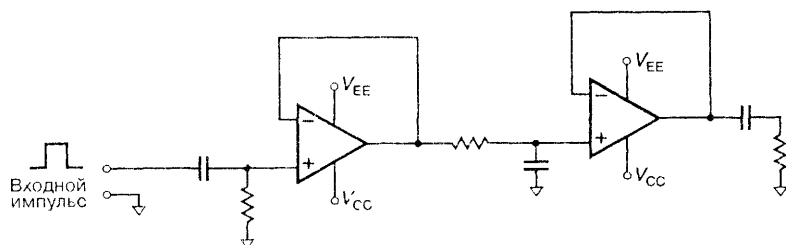


РЕЗИСТИВНЫЙ ДАТЧИК ПОГОДЫ

Микросхема генератора состоит из трех элементов (IC1-a, IC1-b и IC1-c). Элемент IC1-a формирует положительные импульсы, длительность которых пропорциональна сопротивлению многосегментного потенциометра R1. Элемент IC1-b генерирует постоянные отрицательные импульсы. IC1-c запускается задним фронтом импульса, генерируемого элементом IC1-b. Длительность импульса IC1-c устанавливается потенциометром R7 так, чтобы она почти совпадала с длительностью импульса элемента IC1-a при нулевом сопротивлении датчика ветра R1.

Генератор опорной частоты состоит из элемента IC1-d и потенциометра R8. С этого генератора на микросхему IC2 (таймер 4553) поступает тактовый сигнал. Импульс RESET (Сброс), поступающий с элемента IC1-с, инициирует начало отсчета с нуля, а импульс на вход LATCH с элемента IC1-а останавливает (замораживает) мгновенное значение в таймере. Следовательно, микросхема U2 считает временные интервалы между спадающими фронтами сигналов элементов IC1-а и IC1-с по которым определяется положение датчика. Цифровой выходной сигнал таймера подается на трехзначный дисплей, схему управления которого можно выбрать самому, например схему управления и дисплей типа MC4511. Для настройки схемы следует повернуть датчик (первичный преобразователь) R1 так, чтобы он оказался в положении с нулевым сопротивлением (СЕВЕР), и выставить на потенциометре R7 нулевое сопротивление. Затем установить датчик R1 в положение с максимальным сопротивлением и выставить на потенциометре R8 значение 350 Ом. В результате (теоретически) разности показаний 0 и 350 Ом должно соответствовать увеличение в 10° при вращении датчика.

СХЕМА, МОДЕЛИРУЮЩАЯ АТМОСФЕРНЫЕ ПОМЕХИ



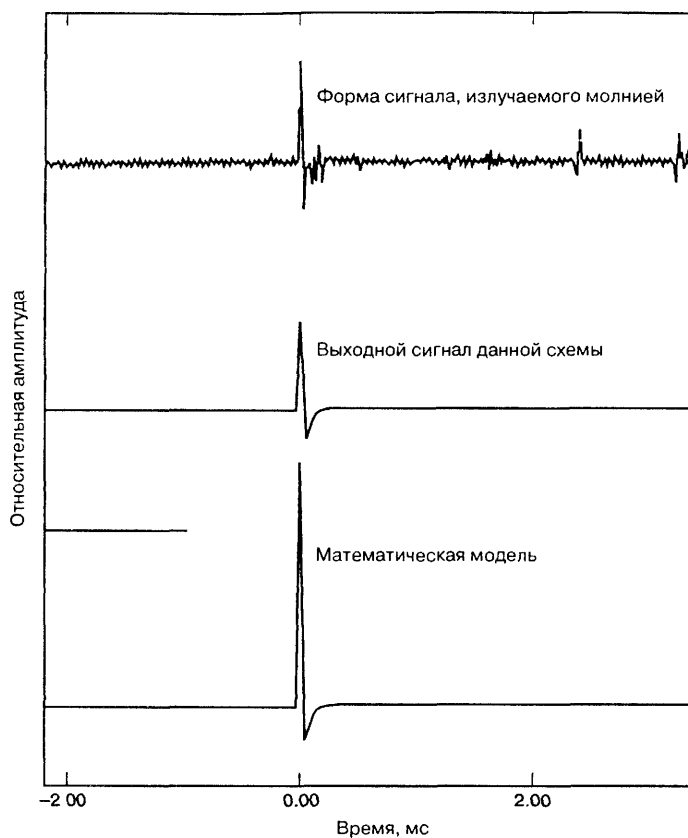
NASA Tech Briefs

Рис. 117.4 (а)

Примечание.

1. Конденсаторы 20 нФ, резисторы 1 кОм, операционные усилители LF353.
2. Схема, моделирующая атмосферные помехи, при запуске прямоугольным импульсом с малым фронтом генерирует двупольный сигнал, похожий на сигнал, издаваемый молнией.

Схема генерирует сигнал, форма которого имеет вид атмосферной помехи – электромагнитного сигнала очень низкой частоты, образующегося при ударе молнии. Эта схема разработана для тестирования и калибровки приборов обнаружения молний. Обычно такие приборы калибруются и тестируются при помощи одночастотных сигналов или источников широкополосных шумов, не обладающих спектральными характеристиками атмосферных помех. Данная схема формирует двупольный импульсный сигнал, форма которого близка, в общих чертах, к форме атмосферной помехи. Схема состоит из нескольких компонентов, она легка и компактна: ее макет уместится в небольшом корпусе (1,5 кв. дюйма около 3,8 см²). Для того чтобы гарантировать совпадение формы выходного сигнала схемы с желаемой формой, импульс запуска, поступающий на вход схемы



NASA Tech Briefs

Рис. 117.4 (6)

Примечание. Форма выходного сигнала, генерируемого схемой моделирования помех, схожа с формой настоящей помехи и помехи, полученной при помощи математической модели.

должен иметь прямоугольную форму (меандр) и время нарастания и спада — меньше 100 нс. Чтобы предотвратить искажение выходных импульсов, нужно установить частоту следования прямоугольных входных импульсов равной 3000 Гц или ниже.